地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 1 (835), 1980

目　　次

創立100周年記念公開講演——地殻と人間生活——

CONTENTS

Centennial Lectures——Earth's Crust and Human Life

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物　(▲印新刊)

各 〒400円

縮尺	名称	価格
▲1/200万	日本鉱床分布図帯(17-2,3,4)	3,010
▲1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,540
1/200万	日本地質図	1,560
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本鉱床生成図(14)	720
1/200万	日本鉱床生成図(15)	940
1/ 50万	後期新生代地質構造図東京	1,280
1/ 50万	地質構造図秋田	890
1/2万5千	佐世保北部	850
1/2万5千	生駒山地西麓部	830
1/2万5千	鬼　　首	650
1/ 10万	石狩沖積低地	1,240
1/ 50万	第四紀地殻変動図近畿	1,580
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/200万	粘土鉱床分布図	1,370
1/ 10万	東京湾周辺地域の地質 ▲(地質図説明書組の場合) 3,230	2,500 1,080
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/ 5万	阿寺断層周辺地域の地質構造図	2,520
1/200万	日本活断層図	930
1/5万, 1/10万	伊豆半島活断層図	1,390
1/200万	日本温泉分布図 } 組の場合 1,950	1,280
	日本温泉鉱泉一覧 }	930
1/200万	絶対年代図(16-1)花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)変成岩	900
1/100万	日本地質図	4,690 〒500

海洋地質図　各 〒400円

縮尺	番号	名称	価格
1/ 20万	(III)	相模灘及付近海底地質図	1,840
1/ 20万	(IV)	相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(V)	紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(VI)	紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(VII)	琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(VIII)	西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(IX)	八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(X)	八戸沖海底地質図	1,970
1/100万	(XI)	日本海溝, 千島海溝南部	2,650
▲1/ 20万	(XII)	西津軽海盆表層堆積図	2,440

名称	番号	地域	価格
日本油田ガス田図	(I)	青山奥	820
〃	(II)	横浜	820
〃	(III)	横須賀	820
〃	(VII)	魚沼	3,410 〒750
〃	(VIII)	本宿	1,510
〃	(IX)	七谷	820
〃	(X)	茂原	2,140
〃	(XI)	佐渡	1,510
同上	説明書	佐渡	1,510

日本水理地質図　各 〒400円

番号	名称	価格
(IV)	山梨県釜無川および笛吹川流域	650
(V)	香東川・土器川・財田川流域	650
(VI)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	650
(VII)	千葉西部	650
(VIII)	奈良県大和川流域	650
(XI)	長野県松本盆地	650
(XII)	兵庫県南西部	650
(XIII)	佐賀・福岡県筑後川中流域	650
(XV)	都城盆地	650
(XVI)	仙台湾臨海地域	840
(XVII)	高知県・鏡川・国分川および物部川流域	650
(XVIII)	福岡・大分山国川および駅館川流域	650
(XIX)	熊本県白川および黒川流域	650
(XX)	鳥取県日野川流域	840
(XXI)	福岡県矢部川中流域	840
(XXII)	山梨・長野県釜無川上流域	1,110
(XXIII)	長野・群馬県湯川および吾妻川流域	1,390
(XXIV)	長野県千曲川中流域	1,390
(XXV)	島原半島	1,510
(XXVI)	長崎県諫早北高地区	1,260
(XXVII)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,260
(XXVIII)	福島県郡山盆地	1,390

空中磁気図　各 〒450円

番号	名称	価格
(I)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
(II)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
(III)	浜頓別―雄武―網走海域	590
(IV)	御前崎―浜松―豊橋海域	590
(V)	西九州長崎―川内海域	590
(VI. VII)	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
(VIII. IX. X)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,030
(XI XII)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,030
(XIII)	福井-豊岡-隠岐海域	590
(XIV. XV. XVI)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,550
(XVII, XVIII)	天北-十勝地域	590
▲(XIX. XX)	日高―大雪地域	590
▲(XXI. XXII)	奥尻―津軽―西津軽―男鹿半島―酒田海域	1,030
▲(XXIII)	五島列島―野母崎―男女群島―甑島海域	1,030

各〒450円(ただしI, II, IIIは都内550円
第一地帯670円　第二 〃 770円　第三 〃 870円)

名称	番号	地域	価格
日本炭田図	(I)	常磐炭田図ならびに説明書	1,760
〃	(II)	北松	2,930
〃	(III)	留萌炭田大和地区	730
〃	(IV)	常磐炭田泉地域	730
〃	(V)	釧路炭田新縫別地域	730
〃	(VI)	石狩炭田空知区東芦辺地域	1,330
〃	(VII)	釧路炭田北西部	1,330
〃	(VIII)	雨竜―留萌	2,930
〃	(IX)	佐世保市南西部新	1,330
〃	(X)	新潟県赤谷	1,330
〃	(XII)	佐世保市西南部地域ならびに説明書	1,760
〃	(XIII)	天北炭田地質図	4,190
		天北炭田炭層対比図炭柱図	2,650

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 600円　第一地帯 720円
第二 〃 820円　第三 〃 920円
並製 3,780円

地学会館の変遷

事務室がおかれた当時の学習院 1879年（明治12年）神田区錦町の学習院内に事務室をおいて東京地学協会が誕生した。その年，スウェーデンの探検家ノルデンショルドが北氷洋の航海に成功して来日。協会はイギリス・ドイツのアジア協会と共に盛大な歓迎会を催した。本協会の門出を飾る華やかな一ページであった。

東京地学協会会館 1882年（明治15年）以来，京橋区西紺屋町（今の日劇付近）の購入家屋を事務所として使用していたが，1917年（大正6年）増改築を行ない，新らしい会館が落成した。すでにこの頃には多数の地学者が育っており，協会は各分野の学識者が中心になって運営され，初期のような貴族名士を主体とした団体の性格は薄れていた。中国大陸の探検調査が活発に進められ，多数の研究報告・地質図の出版などは世の耳目をひいた。

旧地学会館 1923年（大正12年）の関東大震災により全ての蔵書・資料は建物と共に灰燼に帰し，協会の活動は一頓挫を余儀なくされた．そしてようやく1930年（昭和5年）麹町区下二番町の現在地に第2の会館が建てられ，地学雑誌500号発行記念を兼ねての祝賀会が，朝野の名士多数の参列を得て催された。

協会は各地で学術講演会を開催し，雑誌の内容には純学術論文が増える一方で，時代を反映して支那・南洋の特集号を25冊も刊行した。

新地学会館 第二次世界大戦とそれに続く歳月は，地学雑誌が完全に隔月刊行に復するまでに17年を要したほど厳しいものであった。この苦難の時代を乗りこえて，1979年（昭和54年）春，半世紀ぶりに地学会館が生れ変り，協会は新らしい世紀に向って輝かしい一歩を踏み出した。

地学雑誌 89, 1 (1980)

化石エネルギー資源

石和田靖章*

Fossil Fuel Resources

Yasufumi ISHIWADA

I. はじめに

人間が生活を営むには必ずエネルギー消費が伴う。これには生物的消費と非生物的需要とがあり，大雑把にいえば，前者は人口に比例し，後者は産業，交通形態，生活水準などによって変動する。1人当り国民総生産と1人当りエネルギー消費量がほぼ直線的に相関することは良く知られているが，1人当りのエネルギー消費量を西側先進国についてみると次のごとくになる (1976)。

米国	8.58×10^7 kcal	1人1年
西独	4.45	〃
英国	3.81	〃
日本	3.28	〃
世界平均	1.68	〃

一方 FAO の1971年の統計による1人当りの生物的消費量を用いて**，全消費量÷生物的消費量の値を調べてみると，米国71，日本36，英国33となり，米国は圧倒的にエネルギー多消費国民であることが判る。さらにエネルギー消費を部門別にみると第1表に明らかな如く，他の先進国に比較して産業用の消費が著しく大きく，民生用のウエイトは低くなっている。このことは省エネルギーを真剣に努力してきた日本の産業に，産業活動を低下させず，かつ産業構造を著しく変革させずにこれ以上多大のエネルギー節約を望むことが困難であり，従って我国全体のエネルギー消費を簡単に節減しにくいことを示唆している。

エネルギー消費は，消費形態，変換効率に支配されるが，それでも大局的には国民総生産すなわち経済成長に深く関係する。そして実は生物的消費にも産業的消費が関係していることを見逃すわけにはゆかない。例えば，我国の食用作物年産約3,800万トンの生産に総エネルギー48兆 kcal，石油換算約500万 kl が投入されているのである。農林水産省の統計値によると，1950年から1974年に至る24年間に水稲収獲量は1.5倍になったが，その間，人・畜力は激減した代り，肥料11.6倍，農薬32.5倍，燃料23.5倍となり，まさに油漬けの農業に変化したのである。水産も同様であって，年産約1,000万トンの漁獲量をあげるのに500万 kl以上の石油を消費しているのである。我々が好んで食べる鮪にしても，遠洋ものでは燃料油を相当量海外で購入するとはいえ，1t の漁獲に5～6t の重油を消費しているのである。

以上のような状況から，我国ではエネルギー供給の低下は単に産業活動の減退にとどまらず，生命維持の不安すら生起しかねないことが明白なのである。この一次エネルギー供給の約73%は輸入石油，約4%は輸入天然ガス (LNG)，そして約10%は輸入石炭であって，実に$384,546 \times 10^{10}$ kcal (昭和53年度) の一次エネルギー総供給量の87.5%が輸入化石エネルギーで占められているのである。そこで我国国民の死活に係る化石エネルギー資源について以下概観することとしたい。

---

* 石油公団 Japan National Oil Corporation, Tokyo

** kcal 1人1日で表わすと，米国3,300，西独3,180，英国3,180，日本2,477，中国2,050，インド 1,990

第1表　主要国のエネルギー需要の部門別構成

	産業	輸送	民生等	計
日本	55.7	17.0	27.3	100
米国	29.4	33.4	37.2	100
西独	37.2	18.5	44.3	100
英国	38.3	21.3	40.4	100
フランス	38.4	22.0	39.6	100
イタリー	46.3	20.2	33.5	100
カナダ	30.3	29.1	40.6	100

(単位：%)
(OECD エネルギーバランス)

II．化石エネルギーの地位

近代産業初期の重要なエネルギー源は木炭であった。薪は含水炭素〔$C(H_2O)]_n$で4,500kcal/kg の熱量を持つが，木炭Cにすると6,000～7,500kcal/kgに上昇する。木炭は鉄器時代以降製鉄に使われたが，製鉄業の規模が大きくなるにつれ，植物の生育に依存する木炭では次第に供給が追い付かなくなってきた。しかし18世紀に入って石炭（コークス）を用いる製鉄法が出現し，19世紀半ばを過ぎる頃，石炭は社会全体のエネルギー消費の50%を超えるようになった。すなわち本格的な化石エネルギーの登場となったのである。

これに対し，化石エネルギーの一方の雄である石油は19世紀の半ば過ぎに登場はしたものの，初期には灯油と潤滑油が用いられるに過ぎず，しかもエジソンによる電灯の発明は灯油の需要を激減させた。

近代石油産業は，米国東部のアパラチア山中で，F. L. ドレークが機械掘りによって産油に成功した1859年に始まるといわれるが，真に地歩を獲得したのは，灯油時代を過ぎて陸海空の交通機関に内燃機関が採用されてからである。その先駆けとなったのは1883年のダイムラーによるガソリン機関及び1893年のディーゼルによる噴射内燃機関の発明であった。とくに前者はガソリンを爆発性の厄介な液体から，自動車と航空機の燃料という重要な物質へと変化せしめた。

このような経過を経て，石炭と石油は全エネルギー中に占めるシェアを拡大してきたが，エネルギー以外にも有機化学工業の原料として次第に確固たる地位を獲得してきたのである。二大化石エネルギーである石炭と石油の関係は，長い間石炭が圧倒的優位に立っていたが，1967年に至って逆転した。すなわち，この年に世界の一次エネルギー供給量のうち，石炭のシェア38%，石油のそれは41%となった。我国が第二次大戦終了後産業復興のため石炭の傾斜生産を行なったことは記憶に新しいが，昭和34年度から急速に石油のシェアが増大し始め，昭和36年度に石油・石炭は等しく39.9%のシェアを占め，以降石油のシェアが圧倒的に大きいまま石油危機の昭和48年度を迎えた。この年度の一次エネルギー供給量の77.6%が石油，15.5%が石炭である。

現在，世界的にみて石油，石炭，天然ガスが化石エネルギーの御三家である。かつては天然ガスは生産地とパイプラインで結ばれる地域内でのみ消費される一種のローカル資源であったが，1962年アルジェリアのアルゾーに液化プラントが建設され，冷凍タンカーで渡洋輸出が開始されてから，天然ガス（LNG）は世界的な流通物資となった。

そのほか将来はオイルサンドとオイルシェールが化石エネルギー中での比重を大きくしてゆくと予想される。オイルサンドはタールサンドとも呼ばれるが，通常の方法で坑井から採取できないほど粘度が大きく，また自噴するエネルギーを失なった重質油を含む砂のことをいう。カナダ，ベネズエラなどに大きい埋蔵量が知られており，地表に近い層は現在でも露天掘りで採収されているが，大規模な生産のためには地下深所にあるものを坑井を通じて採油する油層内回収法の実用化を図らなければならない。オイルサンド油の原始埋蔵量は1兆6,360億バーレルといわれ，その56%がカナダ，42%がベネズエラに存在すると報告されている。これらのうち可採鉱量がどの程度になるかは，今後の回収技術の開発いかんにかかっている。

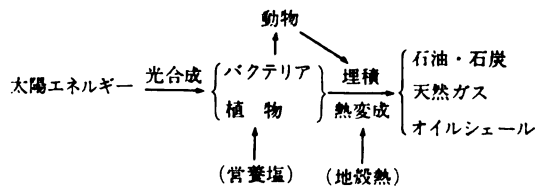
オイルシェールは油母頁岩ともいわれ，日本もかつて中国東北地方の撫順でこれから合成油を生産したことがある（終戦当時年産50万トン）。オイルシェールはケロジェンと呼ばれる不溶性の複雑な高分子有機

物を多量に含有し，約500°Cの乾留によりケロジェンから石油を生成する。世界の原始埋蔵量は3兆バーレル以上といわれ，米国，ブラジル，ソ連，ザイールなどに分布しているが，オイルサンド以上に層内回収技術の可否が可採鉱量を支配するであろう。またシェール油はオレフィン類を多く含有し，分解・水素化した後に合成原油となる。

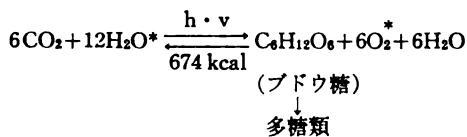
なお，石油の究極可採埋蔵量はほぼ2兆バーレルといわれるが，1978年末の確認埋蔵量は6,400億バーレル，今後発見が期待される可採埋蔵量が約1兆バーレルと見られている。天然ガスの究極可採埋蔵量は142～170兆m^3，1978年末の確認埋蔵量は71兆m^3と報告されている。また石炭の究極可採埋蔵量は10兆t（うち高品位炭7.7兆t），確認埋蔵量は6,400億t（うち高品位炭4,900億t）と報告されている。従って確認可採埋蔵量を石油換算で比較すると，石油1,020億t，天然ガス700億t，石炭3,430億t（高品位炭），計5,150億tとなる。

Ⅲ．化石エネルギーの意味

上述のごとく化石エネルギー資源は，原油，天然ガス，石炭，オイルサンド油及びオイルシェール油の5種類になる。これらのうちオイルサンド油は揮発分を失なった原油にほかならないから，成因的には4種類とみなすことができる。

これら4種類の資源は，いずれも植物プランクトン，藻，高等植物等生物の遺骸を原材料としているが，化石エネルギーとは生物の化石という意味ではない。過去の太陽エネルギーの化石という意味である。現在の太陽エネルギーも，太陽熱発電，太陽光発電（光電変換）等によって利用されつつあるが，何分にも絶対量は大きいとはいえ，エネルギー密度が低く，また曇天，夜によって不連続である欠点を有している。しかし，太陽エネルギーを物質に変換・濃縮・精製したものが化石エネルギー資源であることは次の図式で明らかである。

光合成は良く知られているように緑色植物によって，炭酸ガスと水からブドウ糖を太陽光を利用して生産する現象で，光エネルギーを化学エネルギーに変換する過程である。

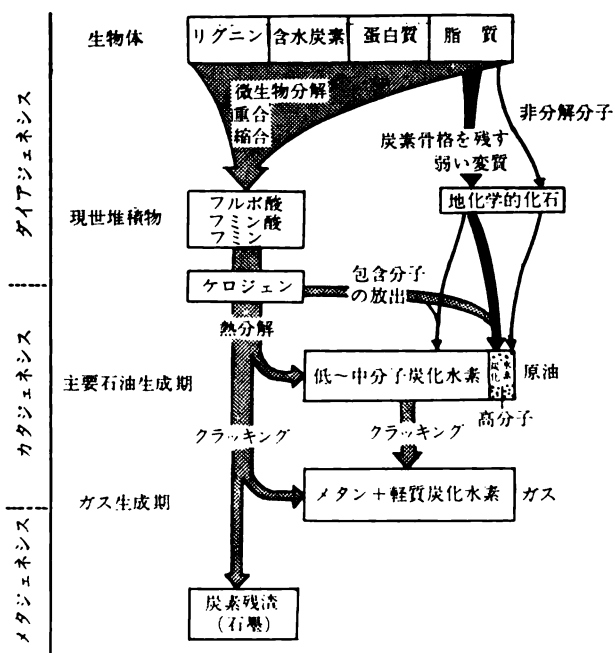
$$6CO_2+12H_2O^* \underset{674\,kcal}{\overset{h\cdot v}{\rightleftarrows}} C_6H_{12}O_6+6O_2^*+6H_2O$$

（ブドウ糖）
↓
多糖類

光合成を利用して生育した植物は，一部動物に捕食されるが，いずれにしても死滅した後地表付近で酸化・分解せずに水底の堆積物中に取込まれた遺骸は次第に深所に埋没してゆき，後述する有機物の変成過程に従って究極的には石墨への道を辿るのである。この過程は熱化学反応であり，熱源は地球自身のものであるから，化石エネルギー資源は素材の調達を太陽光エネルギーに仰ぎ，調理を地殻熱によって行なった結果の資源といえよう。

Ⅳ．石油の成因

石油成因説は古来無機説と有機説とがあり，それぞれに時代の背景を反映した多くの説があったことは良く知られている。しかし，1960年代に入って著しい機器分析技術の進歩に伴ない，原油成分及び堆積岩中の有機物に関する詳細な知識が蓄積され，今日では東西を問わず多くの学者が支持する堆積有機物の続

成作用後期成因説に集約された感がある。すなわち石油はケロジェン* の熱分解作用によって生ずるとするケロジェン根源説である。

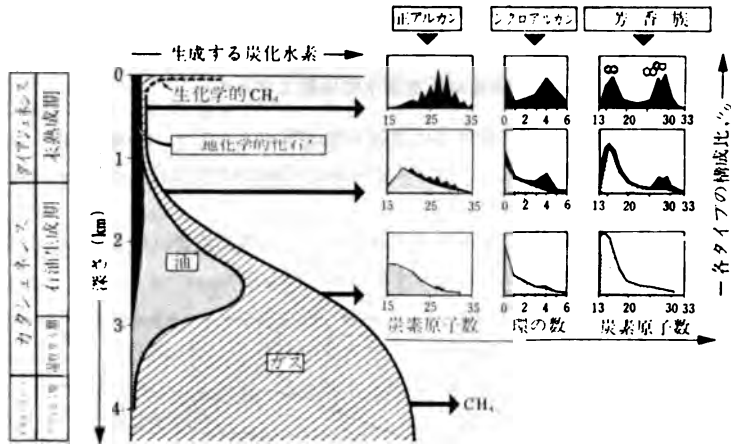
ケロジェン根源説をあらまし述べると次の如くになる。海や大きい内陸湖の水底に運び込まれた生物の遺骸は，その後引続く堆積作用で漸次細粒堆積物中に埋没してゆく。もし堆積速度が遅く，酸化的環境であると，水底付近で酸化分解を受け気体となって逸散するか，可溶性有機物となって拡散してしまう。もし有機物の供給速度，堆積速度が適当で，還元的環境下におかれた堆積物中であると，有機物は激しい分解を受けることなく徐々にダイアジェネシスの道を歩むことになる（第1図）。初期の段階では微生物による生化学的分解，加水分解，再合成によって生体を構成していた含水炭素，蛋白質，脂質，リグニンなどはフルボ酸，フミン酸，フミンなどの腐植質物質とアミノ酸，脂肪酸などのモノマーに変化する。引続く堆積作用で次第に深く埋積し，地温が上昇してダイアジェネシスの後期に入ると，これらの物質は環化，重縮合化，脱アミノ化などの作用によりケロジェン，すなわち複雑な構造を有する高分子のジェオポリマーが生成される。

第1図　堆積有機物の進化過程（TISSOT & WELTE, 1979）

さらに地温が上昇すると，カタジェネシスの段階に入り，ケロジェンから石油が生成される。カタジェネシスの後期では，石油の生成は急減し，湿性ガスとコンデンセート（ガソリン主体の軽質原油）が生成する。そして大量のメタンを発生するが，このようなガスを熱分解ガスということがある。

メタジェネシスの段階では一たん生成した油も高温で分解してガスになるが，ケロジェンはガスを放出しつつ炭化が進み，結晶度も高くなって遂に石墨となり，生物の遺骸からスタートした有機物の変成過程は終了する。

以上の変成過程を模式的に示したものが第2図である。なお生化学的メタンで商業生産の行なわれている例に，西シベリアのガス田，我国の各地の水溶性ガス田などがある。

有機物変成過程の一時期に石油が生成するとする上述の考え方は，一種の斉一観に立っているように見える。しかし，有機物に富んだ母岩があり，地温条件もカタジェネシスに対応しているにもかかわらず油田がなく，ガス田しか発見されない堆積盆地がある。このような場合は原材料の有機物の質に起因すると解釈される（第3図）。第3図においてⅠ型の有機物の起源は藻（とくに淡水湖成の場合）である場合が多く，また堆積時の選択的な生化学的分解で脂質やろう分が濃縮された場合にも当てはまる。Ⅱ型は海成石油母岩に普遍的な型で，海棲の動植物プランクトン，底棲生物などに由来する。Ⅲ型は陸上植物の遺骸が多く混入する場合で，リグニンやセルローズなど木質有機物が起源を多く占める時に生ずる。陸上の植物は自らを空中に支えるため，これらの成分を多量に包有しているからである。以上のうちⅠ，Ⅱ型は石油母岩と

* ケロジェンとは堆積岩中の有機物で，有機溶媒及びアルカリ水溶液に不溶のものと定義される。

第２図　埋没に伴なう堆積有機物からの炭化水素の発生
深度は例示であり，地温勾配ならびに地質時代（経過時間）によって変化する。高分子正アルカンにおいて，生体内で形成されたものは奇数炭素原子数のものが多い（奇数優勢性）。しかし熱化学的に新たに生成したものには見られず，石油の有機起源説の１つの論拠になっている。（TISSOT & WELTE, 1979）

して適当な地温と時間（地質時代）に恵まれれば石油を産するが，Ⅲ型は多くの場合ガス田しか形成しない。

要するにガス田しか形成しない地層とは，①未熟成ゾーンにとどまった場合，②高い地温にさらされて熱分解ガスになってしまった場合，及び③原材料が木質有機物（Ⅲ型）であった場合，の３つのケースと考えられる。

オイルシェールは未熟成ゾーンにある石油母岩の一種で，ケロジェンとしては第３図のⅠ又はⅡ型に属する。Ⅲ型はオイルシェールにならない。油の得率は淡水成のⅠ型が最も良い。粗油の生産のためには500°C の破壊乾留を行なうのであるから通常の石油母岩よりケロジェンを大量に含有していることが必要である。通常の石油母岩では，有機炭素量にして0.5～数%であるが，オイルシェールの場合，貧鉱であった撫順でも7.8%（重量）あり，多いものでは80%（豪）にも達する。

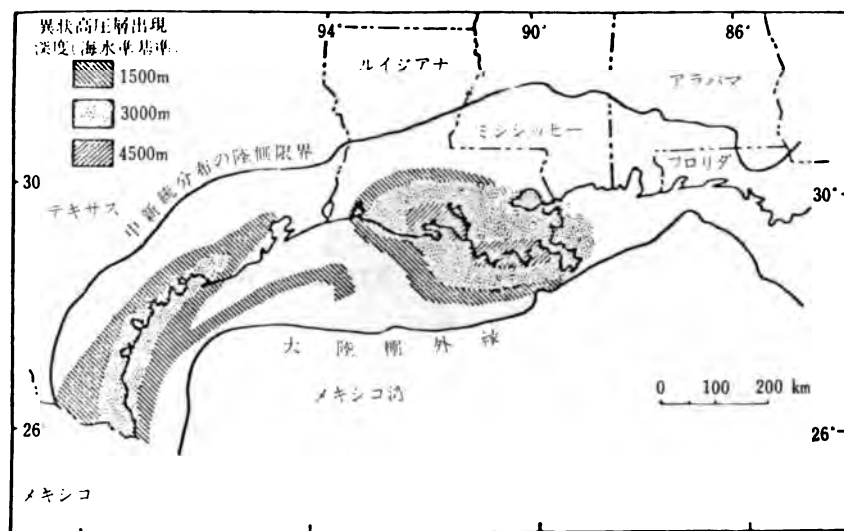
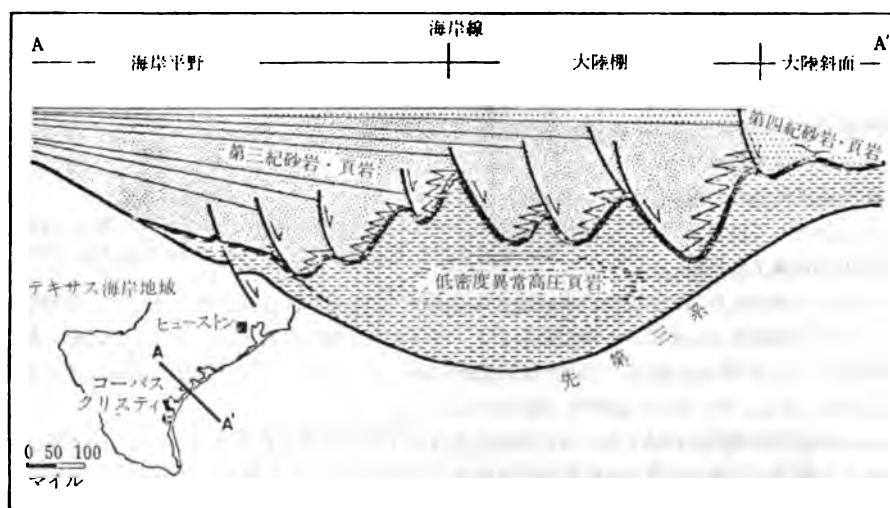
第３図　ケロジェンのタイプ別の進化
矢印は埋没の進行，すなわち地温の上昇と時間の経過に伴なう変成過程の進行方向を示す。（TISSOT & WELTE, 1979）

石炭と石油の成因は密接に関係する。ただ石炭の場合原材料が高等植物を主とし（Ⅲ型ケロジェンになる），堆積初期の環境が気圏と水圏との境界付近であることが石油のそれと著しく異なるところと思われる。ダイアジェネシス後期以降の変成過程は両者共ほとんど同じであろう。石油は流体鉱物で地層中を移動するので，石油の形成に適当なカタジェネシスの段階が存在したか否かは，しばしば地層中に含まれる微細な

石炭片（ビトリニット）の反射率を測定して判断する。このことは石油・石炭の“進化”に強い並行性のあることに基いている。

V. 深層高圧地層水型地熱エネルギー

最近着目されているエネルギー資源に深層高圧地層水型地熱エネルギー（geopressure resources）がある。正しくは化石エネルギー資源に入らないと思われるが，我国の水溶性ガスの変型とみられないこともないので一言ふれておく。

この型の典型的なものは米国ルイジアナ～テキサスのいわゆる湾岸地帯に発見され，商業的利用のためのフィージビリティ・スタディと環境アセスメントが行なわれている。

第4図　深層高圧地層水型地熱エネルギー鉱床の分布（BRUCE, 1973）

第5図　深層高圧地層水型地熱エネルギー鉱床の模式断面図（BRUCE, 1973）

鉱床は内陸から大陸棚にかけて広がっており，200〜300マイルにわたる帯状の厚い砕屑岩中に形成されている（第4図）。高温・高圧流体を含む貯留岩の厚さは300フィート以上あり，50平方マイル以上の広がりを有する。貯留層の温度は120°C 以上，流体は比較的低塩分（おそらく5,000ppm 以下の塩分）の化石水で，メタンが飽和している。浸透率は20md 以上である。

この鉱床は多くの成長断層によって上位の砂岩／頁岩互層が下位の泥岩中に落ち込んだため生じた孤立ブロック中に成立しており（第5図），非浸透性泥岩に囲まれたブロック内では2 kg/cm²/10m を超える異常圧力勾配を示す所もある。湾岸は一般に地温勾配が1.8°C/100m 位であるが，異常高圧層中では3.5°C/100m に達する場所もある。従って3,000m の深度で150°C ないし4,500m の深度で170°C を超える場所がある。一方圧力は深度3,940m で770kg/cm² という異常高圧を示す所もある。これらの温度・圧力のもとにメタンが地層水に飽和溶解しているところから，地上に産出した時のガス水比は5〜8.7位となり，温度・圧力を利用後分離したガスは副産物として使用できる。実際の商業的エネルギー生産に当っては，①高圧水蒸気によるタービン発電機による発電，②付随する熱水を利用するバイナリー発電，及び③副産メタンガス燃料の利用という形態になろう。

Ⅵ. むすび

化石エネルギー資源を以上概観したわけであるが，大量のエネルギーを基盤に成立っている日本の産業・社会は今後次第に困難な道を歩まざるを得ないであろう。現状の一次エネルギー供給に占める化石資源のシェアを急激に低下せしめることは，地熱発電等の新エネルギーの開発状況及び遅々として進まない原子力発電所の新設状況を見ていると近い将来に関する限り期待薄といわざるを得ない。

石油は極めて戦略性の強い物質であり，資源的に急速な枯渇に至ることはないが，偏在性が著しく，その供給は国際政治・軍事・経済によって敏感に影響を受ける。最近の OPEC 諸国による一方的な値上りが端的にその事実を示している。また今後は深海，極地，砂漠等環境条件の苛酷な地域に新しい資源を求めざるを得ないであろう。

天然ガスは石油ほど偏在性は強くなく，また分布のパターンも異なっているが，既に述べた通りエネルギー資源量としては時に期待される程巨大なものではなく，また価格は原油価格の上昇にスライドされているので廉価なエネルギーというものでもない。そして石油供給力の不足に際会すれば，天然ガスの供給もタイトになる可能性が考えられる。

石油は今日戦略的に最も期待されている化石エネルギー資源である。石炭もまた地球上で偏在しているが，石油とは分布パターンが異なり，とくに西側先進国にも埋蔵量の大きい特色がある。しかし，エネルギー資源としての質を考慮すると，単位重量当りの熱量，装置工業への適応性，環境保全上の優劣等いずれの点でも石油の方が優れている。従って資源量の大きいことと分布パターンの特質が最大のメリットではあるが，利用技術の開発，例えば炭油混合，液化，ガス化等の技術開発が実際評価をするための前提になろう。

いずれにしても日本自身のエネルギー資源量は国民総生産に対して余りに不足している。今後共エネルギーと原材料を海外に依存せざるを得ず，とくに現在の産業・社会の構造をみる限り，当分の間化石エネルギー資源に一次エネルギー供給の相当部分を頼らざるを得ないことは明白である。我国としては産業・交通・民生の各分野にわたって，社会活動の低下を招かぬようかつエネルギーの節約を図るためには，どのような社会的な需給トータルシステムを樹立すべきなのか，真剣に考える必要がある。

またいずれにしても海外依存を免れないとするなら，対手国との間に単なる商取引をこえた相互依存関係が大切であろうし，もし対手が開発途上国であるなら移転可能な優れた産業技術を用意したり，学術協力を拡大することなどが有効な方法の1つであると思われる。

地学雑誌, 89, 1 (1980)

地殻・水・資源

片 山 信 夫

The Earth Crust, Natural Waters and Natural Resources

Nobuo KATAYAMA

生物資源に水の存在が欠かせないことは，いうまでもないが，地球上の無機質の資源にとってもまた，水の存在が欠かせないことを強調するのが，この小論の主旨である。次の7項目の順序に従って述べることにしたい。

I．地球の水，II．地球の水とエネルギー資源，III．地熱資源と関係の深い鉱床，IV．地殻内を循環する銅，V．ウラン資源，VI．地表が酸化環境に変る過程で生まれた鉄資源，VII．むすび。

I. 地球の水

地殻の表面の凸凹をならしてしまうと，地殻と大気の間に，厚さ約2,400m の海水の層ができる。このような水圏が存在する惑星は，地球以外には知られていない。最近，木星の衛星の中に，透明な氷で厚くおおわれているものが，木星探査機によって発見されたが，氷は液体の水のように，いろいろの物質を溶解したり，自由に流動したりはしないので，地球の水圏とはまったく異質のものである。

海水は，少くとも10億年以上にわたって地殻と接触しつづけてきたもので，常温常圧下では地殻の平均組成とほぼ平衡状態にあり，短期間中にその組成が大きく変動するものとは考えられない。しかも，海水の量は，地球上に存在する H_2O の97%を占めていると推定されるので，海水は，地球の水の原点であり，終点であると位置づけてよい。

地球の水を，その存在状態によって分類してみると，第1図のようになる。第1図の中で，熱水と鉱化ガスについては，若干の補足説明が必要であろう。熱水と鉱化ガスの境界は，熱水の臨界点とするのが適当である。熱水は，一般には塩分を多量に含んでいるので，その臨界温度は，純水よりも100°～200°C 高くなっているであろう。この臨界温度以下にある熱水は，地殻内部の高圧のため，一般に液体となっている。

低温熱水と地下水の境界は，人為的に約束するほかないが，ここでは，周辺の地殻の平均的な地下増温率に調和した温度を境として，それ以上の温度を持つものを熱水，同等かそれ以下のものを地下水として扱うことにする。

第1図に記入してない H_2O としては，氷と，鉱物の結晶の構成員となっている化合水とがある。これらは行動の自由を失った，凍結状態の水分子または水酸基である。したがって，特別な条件のときにだけ考慮に入れればよいであろう。

海水の淡水化は，今日では大規模な工業となっているが，天然には，海水の蒸発──→大気中での水滴の発生──→降水，の経過を経て行なわれている。降水源の地表水や地下水は，元来は淡水であるが，地殻物質との反応によって，一般には塩水化していく。すなわち，塩素イオンは，溶解度が高いばかりでなく，地表付近の条件下では，ほとんど沈でんする鉱物を作らないので，時間と共に蓄積する一方である。塩素イオンの存在は，多種の金属の溶脱を促進するが，なかでもナトリウムイオンは，水溶液中に長く留って，塩素イオンと共に蓄積していく。かくて，海洋とはまったくかけ離れた内陸盆地で，高い塩分を含ん

だ塩水湖が生れるのである。もちろん，これらの塩水湖は，地域的な岩石組合せや火山活動の有無などによって，溶存成分の組成はいろいろと変動するけれども，その極限，すなわち10億年以上の時間と，全地球的な規模とで塩水化が進行して，海水ができたものと考えられる。

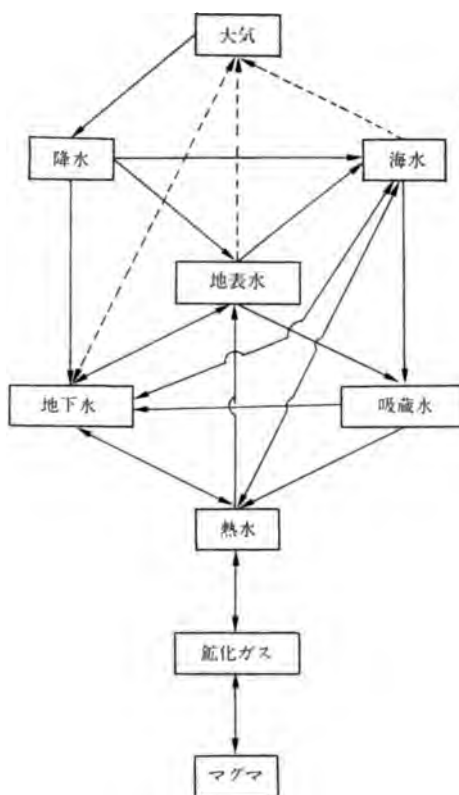
海水よりも塩分が高くなることも希ではなく，乾燥盆地の地表水はいうまでもないが，地下水や吸蔵水にも高塩分のものが存在する。地下水の場合は，蒸発岩の分布地域で高く，吸蔵水は粘土鉱物の荷電層の作用で塩分が高くなると説明されている。これら高塩分の地下水や吸蔵水が熱水化すれば，高塩分の熱水ができる。一方，鉱化ガスの温度が熱水の臨界点以下に降下すれば，水に溶けやすい成分は，他の溶解度の低いガスから分離して熱水中に入り，高温の高塩分熱水ができる。このようにして，地殻内には高塩分の水がいろいろな形で広く分布しているのである。

第１図　地球の水

II.　地球の水とエネルギー資源

「化石エネルギー資源」で石和田靖章が論述している，石油・石炭・天然ガスなどのエネルギー資源は，みな生物源である。生物体を作っている有機物は，もとをたどれば植物の光合成の産物であって，光合成の第一段階で水が分解されて酸素分子を放出し，水素は複雑な過程を経て種々の有機化合物を作り，吸収した太陽エネルギーの一部を化学エネルギーとして固定するわけである。したがって，石油・石炭・天然ガスなどの化石エネルギー資源は，水なしでは存在し得ないことはいうまでもない。

化石燃料の場合，われわれが利用するエネルギーは，古い地質時代に地球に入射した太陽エネルギーが変換されて貯えられていたものであるが，現在の太陽エネルギーを利用する最大のものは，水力資源である。降水が海水面からなにがしかの高さの地面に落下した場合，その比高に対応した位置エネルギーを持つことになるが，このエネルギーは，海水が太陽エネルギーを吸収して蒸発し，上昇気流（これも直接間接に太陽エネルギーによってひき起されるものであるが）によって上空に運ばれた際に獲得した位置エネルギーの中の一部である。そして，高い位置からの流水が海水面に向って流下するときに，この位置エネルギーは，運動エネルギーに変換され，それが水車を廻して発電機により電気エネルギーに変換され，一般に利用されるのである。

新しいエネルギー資源として有望視されているものの中にも，海水に関係したものがいくつかある。その一は，波動エネルギーであって，これは太陽エネルギーの影響でひき起された風の運動エネルギーが，海面の波として減衰しにくい形で保存されているのを利用して，発電しようというものである。その二は，熱帯や亜熱帯で太陽エネルギーを吸収して水温が高くなっている暖流と，深い部分の低温海水との温度差を利用して熱機関を動かそうというものである。共に現在の太陽エネルギーを利用する一つの手段である

が，広い海域をみたしている大量の海水があって，はじめて可能なことである。

潮の干満の差が大きいところや，狭い海峡では，はげしい潮流が周期的に起るので，これを利用して発電することができる。これは月や太陽と地球の間の位置エネルギーの利用であって，この点では一般の水力発電と似ている。やはり大きな海の存在が，それを可能にしている。

ところで，地殻の中では深くなるほど温度が高くなっているので，地表に向って伝導による熱の流れがある。しかし，地殻を構成している岩石の熱伝導率はきわめて小さいので，実測された地殻熱流量は1～2×10^{-6} cal/cm^2･sec という小さな値になっている。これは，地表面に入射する太陽エネルギーの平均値にくらべて，約1万分の1にしかならない。すなわち，地表付近では，地殻内部からの熱エネルギーは，太陽エネルギーにくらべて，とるに足らないわけである。

しかし，いわゆる地熱地帯では様相が一変する。たとえば岩手県の松川地熱地帯では，わずか0.5km^{2}くらいの範囲から，1年間に10^{22}エルグ台に相当する熱量が放出されている。これを1年間蓄えておけば，マグニチュード6.8くらいの大地震をひき起すに充分であり，中規模火山の噴火エネルギーにも匹敵する。

これだけのエネルギーが，狭い範囲に集中して放出されるのは，その地域の地下から地表に向って高温熱水または蒸気が絶えず供給されているためである。世界各地で発電のための地熱資源開発が実施されるようになり，また熱水中の水素と酸素の同位体比の測定が広く行なわれるようになった結果，地熱地帯での熱水の挙動もほぼ明らかになってきた。

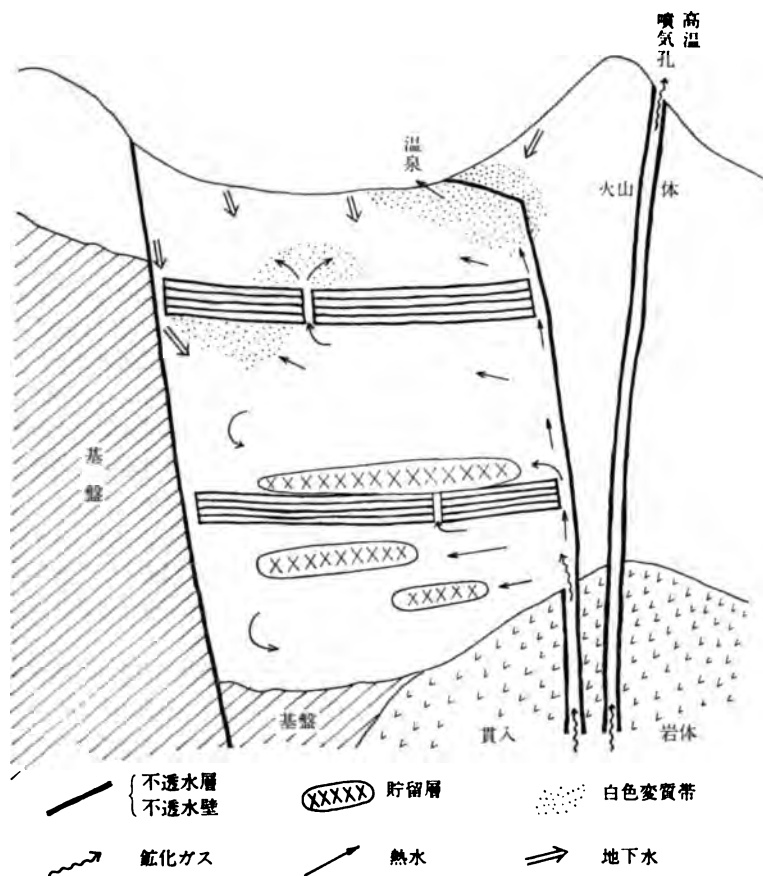
地熱地帯での水の挙動と地質構造との関係を概念的に図示すれば，第2図のようになる。地熱資源のエネルギー源は，鉱化ガスにあるけれども，鉱化ガスがそのまま地表に達することは希であり，高温噴気孔での観察によれば，腐食性のガスを多量に伴っていて，地熱資源としては不適当である。火山の中心部以外では，鉱化ガスは少くとも地下数キロメートルの深さで，地下水に飽和した岩層に入り，そこで大量の地下水と混合して熱水となる。その結果温度が上昇した熱水は，断層や岩脈などの不透水壁に導かれながら上昇し，透水性のある岩層中には拡散していく。そして，接触する岩石と反応しながら，一方では岩石を変質させるとともに，熱水は腐食性を低めて地熱資源として利用し得るような水質に変っていく。この過程で，岩石中の SiO_2 の一部が熱水に溶解するので，石灰岩や蒸発岩中の熱水は別として，一般には熱水の貯留されている地点の温度での飽和点にまで SiO_2 を溶解している。この SiO_2 は，熱水を利用する際には，冷却に伴ってスケールとなって沈でんするので，地熱発電などでは問題の一つになっている。

熱水が浸透した岩層の中に不透水層がある場合には，その層の下で熱水の上昇が抑えられ，上下二つの不透水層で限られた部分では，一つの独立した対流系が生じる。このように不透水層で保護された内部に，適当な貯留槽があれば，安定した地熱資源となる。貯留槽としては，多孔質の石灰岩や，粗粒の砕せつ岩，破砕されたけつ岩などが適している。

地表にもっとも近い部分では，酸化環境が保たれていることが多く，熱水中のイオウ分は酸化されて硫酸酸性となり，岩石を白色化する特有の変質作用を営む。この白色変質作用は，ある種の鉱床と密接に関係している。

III. 地熱資源と関係の深い鉱床

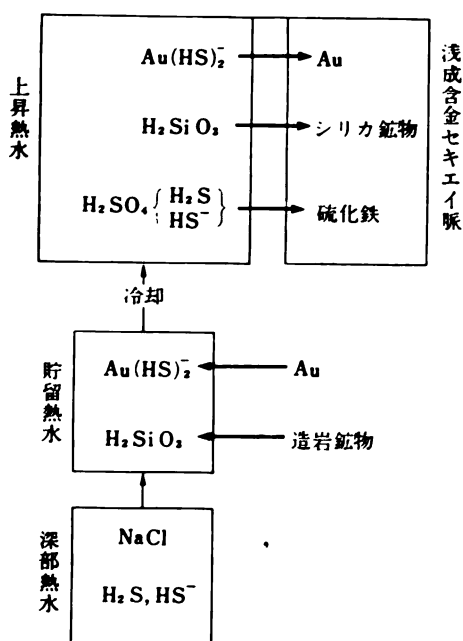
地熱地帯の地下の比較的浅い部分には，原岩がほとんど判別しにくいほどに変質して，白色を呈する部分がある。この変質帯は，ほとんどシリカ鉱物のみで構成されていることが多いが，そのかさ比重から推定すると，原岩の成分が酸性の熱水で溶脱され，SiO_2 分だけが残留したものである。

SiO_2 以外では，Al_2O_3 が一部残留していることがある。熱水が強酸性の場合には，この Al_2O_3 は，熱水中の SO_4 イオンおよびKイオンと結合して，ミョウバン石になっている。弱酸性の場合はカオリン鉱物になる。ミョウバン石やカオリンの夾雑が少い部分が大量にまとまると，ケイ石鉱床になる。伊豆の宇久須では，そのようなケイ石鉱床が，窯業原料として大規模に開発されている。

第２図　地熱資源の概念的説明図

熱水が中性に近く，しかも水蒸気圧が比較的に低い場合には，カオリンの代りにパイロフィライトができる。パイロフィライトやカオリンが濃集した部分は，ろう石鉱床となる。三石や勝光山など，その例は多い。

白色変質帯ができる場合，それに向って上昇してくる熱水は，急冷されることになる。したがって，深い所でケイ酸分に飽和していた熱水は，過飽和になってシリカ鉱物を沈でんする。白色変質作用によってできた残留シリカに，この沈でんシリカが加って，熱水の通路の壁は，オパールやセキエイでかためられ，セキエイ脈ができていく。

白色変質帯やセキエイ脈には，オウテツ鉱やハクテツ鉱などの硫化鉄鉱物が鉱染していることが多い。これは，原岩に含まれていた酸化鉄鉱物や，変質作用の際に分解した有色鉱物中の鉄分が，熱水に伴って上昇してきた硫化水素と結合したものである。もちろん，熱水と混合する還元性の地下水中に溶解していた鉄分も，硫化鉄となるであろう。

このようなセキエイ脈が生れるような条件のもとで，沈でんしやすい金属としては，金がある。金は，中性に近い NaCl 熱水中に H_2S と HS^- が合計で0.1%程度以上に含まれていると，$Au(HS)_2^-$ の形の錯イオンとなって溶解する（第３図）。実験結果からは，深部熱水中に10^{-2} ppm 程度までの金が溶解し得ると推定されている。この金の溶解度は，温度が降下したり，H_2S や HS^- の濃度が低下すると，それに

第3図　熱水と含金セキエイ脈

応じて小さくなる。熱水が上昇して冷却され，一方では硫化水素が硫化鉄として固定されたり，酸化されて硫酸イオンとなるような環境では，金はセキエイと共に沈でんするであろう。

伊豆半島に多い含金セキエイ脈などは，そのようにしてできたものであろう。その中には，閉山した土肥金山のように，現在では温泉源として役立っているものもある。セキエイ脈の中の熱水通路は，きわめて安定したものと考えられるので，温泉源としては信頼するに足るものである。

薩摩半島の南端に近い枕崎市付近には，第2図に示した白色変質帯が，その後の侵食作用で洗い出されて丘となって現われたと解釈される，ミョウバン石を伴うケイ化帯が，径数キロメートルにわたって分布している。そして，その中に春日鉱山を始めとする，いくつかの金鉱床が開発されている。それらはいずれも，ケイ化帯の中を網状に貫くセキエイ脈に伴って，金品位が高くなっている。

このような南薩の金鉱床の規模を大きくしたものが，台湾の金瓜石鉱山であろう。南薩の金鉱床でも，リュウヒドウ鉱など，ヒ素やアンチモンを含む鉱物を伴っているが，金瓜石ではリュウヒドウ鉱が主な鉱石鉱物になっている。

地殻内にある熱水貯留槽の温度が250°C くらいである場合，その熱水中には SiO_2 が600ppm くらい溶解している。この熱水がゆっくりと上昇しながら常温まで冷却して，その通路に溶解していた SiO_2 の大部分を沈でんして，セキエイ脈を作る場合を考えよう。そのセキエイ脈の金の平均品位が，1tにつき10g であるためには，貯留槽内の熱水に金が 10^{-2}ppm 程度 $Au(HS)_2^-$ の形で溶解していればよいわけで，これは前述のとおりの実験結果からして，あり得る濃度である。また，そのような熱水中には，銅やヒ素・アンチモンなども，硫化水素との錯イオンを作って，数十ppm あるいはそれ以上の濃度にまで溶解し得る。それらの錯イオンのは，熱水が上昇する過程で，硫化水素が硫酸に変っていけば，それにつれて不安定となり，リュウヒドウ鉱やルソンドウ鉱などの硫塩鉱物として沈でんするであろう。

IV．地殻内を循環する銅

銅の含有率は，地殻内の部分によって大きく変動する。代表的な例を含有率の高低に従って図示すれば，第4図のようになる。大陸地殻は海洋地殻よりも銅の含有率が低くなっているが，これは後で述べるウランの場合とは逆である。堆積岩中でも砂岩は特に銅に乏しく，これは，銅などの可溶成分が溶脱された残さであるから，当然であろう。けつ岩は，大陸地殻の平均よりも1けた高い含有率になっている。けつ岩が堆積するような環境では，一般に生物源の硫化水素が発生するから，海水中に溶解していた銅分が固定されるためである。浅海で特に銅分に富む地表水または地下水が流入する場合には，さらに銅の含有率が上る。ミョウバンけつ岩や含銅けつ岩がその例であって，含銅けつ岩では，その一部が銅鉱床として採掘されるまでに富化されている。

一方，海水中の銅はわずかに ppb のけたに留まり，一般の地表水では検出が困難である。熱水中でもあ

まり高い濃度には達せず，カリフォルニアのSalton Sea の熱水で10ppm に達しているのが，いちばん高い例である。一般の地殻中を銅が移動するのは，水溶液の形でしか考えられないが，その水溶液は決して高濃度のものではなく，したがって銅鉱床としての品位に到達するためには，水溶液から沈でんする段階で濃集されるほかない。

前項で述べたように，硫化水素を含む熱水では，銅は $Cu(HS)_3^-$ の形の錯イオンとして溶解している。中性に近く，硫化水素を含む熱水中には，鉄はほとんど溶解しないが，地下深くにある還元性の地下水や，それが熱水化したものには，一般にかなりの鉄が溶解しているので，この地下水と硫化水素を含む熱水とが接触すれば，硫化鉄が沈でんし，それはひき続き銅の沈でんを誘発して，オウドウ鉱を主とする銅鉄硫化鉱物を晶出させるであろう（第5図）。

第4図　銅の含有率（熱水のみは既知最高値，その他は平均値）

第5図　硫化水素を含む熱水と銅

ヒ素やアンチモンは，硫化水素を含む熱水中で安定した錯イオンを作るので，むしろ熱水がより浅い所まで上昇して，酸化性の地下水と遭遇して，硫化水素が硫酸に酸化される段階で沈でんし，前項で述べたような銅の硫塩鉱物を晶出させるであろう。

硫化水素を含む熱水は，火山活動と密接に伴うものなので，この種の熱水から生じた銅鉱床は，新第三紀以後の火山帯に主として分布している。その熱水が，温泉として地表に湧出してしまったのでは，含有金属が拡散してしまって，鉱床が生まれることは困難である。地下数キロより浅いところまで貫入したけれども，地表には噴出しなかった火成岩体，いわば潜頭火山体の中やその周囲に，多くの銅鉱床が伴われている。この種の鉱床は，はん岩銅鉱床と呼ばれ，主要な銅資源の一つになっている。

熱水が海底に湧出した場合は，陸上の場合と異り，熱水によって運ばれてきた重金属は一挙に沈でんして，Cu, Zn, Pb, Ag などの硫化物および硫塩鉱物が密雑した，いわゆる黒鉱型鉱床を作るであろう。ケイ酸の沈でんや粘土鉱物などは，海水中に懸濁して拡散するので，海底に堆積した鉱床の金属品位は非常に高くなる。そして比重の大きなジュウショウ石だけが主要な脈石となる。

海水のように硫化水素をほとんど含まない塩水には，銅は $CuCl_3^{2-}$ の形の錯イオンとして溶ける（第6図)。海水が地下に浸透して温度が上昇すると共に，接触した岩石中から金属成分を溶脱すると，海水源の熱水ができる。現に，紅海の中央部のリフトの深海底から湧出している熱水は，まさにそれであって，重金属の硫化物を海底に沈でんしつつある。地質時代にも同じような条件で海底に堆積したと判断される銅

第6図 硫化水素を伴わない塩水と銅

鉱床が，キプロス島の Troodos 山地にあり，それが多少続成ないし変成作用を受けたものと考えられる塊状の銅鉱床は，各地のオフィオライトに伴って見出されている。この種の鉱床を作った銅の沈でんは，硫酸還元バクテリアにより，海水中の硫酸根から発生する H_2S によるものである。海水に対する硫化銅の溶解度は極めて小さいので，微量の硫化水素によっても，容易にキドウ鉱などの沈でんを生じるであろう。

第7図 サブカ型鉱床の地質柱状図

銅資源として，はん岩銅鉱床と並んで重要なのは，サブカ型銅鉱床と称すべき仲間である。サブカ (sabkha) とは元来アラビア語であって，中東の海岸に沿って，はげしい蒸発のために地下水からの塩分が地表に析出しつつある平地を指している。潮線付近では，ランソウ類が繁茂して浅い海底を覆い，その下には黒色の有機質軟泥がある。海岸線の移動に伴い，砂漠地帯から重金属を溶脱してきた地下水が，この有機質軟泥を通過して地表に向って上昇するようになると，そこで硫酸還元バクテリアの作用で発生する硫化水素により，キドウ鉱などを沈でんするであろう。

地質時代のサブカ性堆積層の地質柱状図は，第7図に示すような特徴を示し，下盤の砂漠性堆積層と上盤の蒸発岩層との間に，有機物に富む層があり，それらはしばしばくり返されている。典型的な例は，ヨーロッパの二畳系に薄層ながら広範囲にわたって続いている含銅けつ岩 (Kupfer-schiefer) である。オクラホマの Flowerpot けつ岩中の銅鉱床も同様にサブカ型である。ザンビアとザイールにわたるカッパーベルトの銅鉱床は，10億年くらい前の先カンブリア時代に生成され，その後の続成作用や変成作用を受けているため，含銅けつ岩のように生成当時の環境は明瞭ではないが，不整合面の上にくるサブカ性の堆積層の基底部の有機物を含む部分に銅が濃集しており，産状から判断してサブカ型銅鉱床に属するものと考えられる。最近開発が話題に上っているシベリアのウドカン銅鉱床や，モンタナ州のベルト超層群中の銅鉱床，オーストラリア南部の Adelaidean 系中の銅鉱床などは，いずれも先カンブリア時代の生成で，カッパーベルトの鉱床と似た産状を示し，少くとも探鉱方針を立てるための仮説としては，サブカ型を想定することによって能率を挙げているようである。

V. ウラン資源

金や銅と異り，ウランを溶解して運搬する主役は，炭酸を含む水である。炭酸を特に多量に含む水に，二つの系統がある。一つは，石炭や有機物を含む地層中の吸蔵水や地下水であって，有機物の分解の際に発生する CO_2 が溶けこんだものである。他の一つは，マグマ源の熱水や，火山性の温泉などである。いずれの場合も，HCO_3^- として1l中に数百ミリグラム含まれており，1gを越すことも希ではない。また，鉱床を構成している鉱物の流体包有物の中には，水溶液と CO_2 を主体とする気体の泡との二つの相が共存しているものがあり，そのような包有物が高温高圧下で均一相となっていたときの熱水では，CO_2 の含有率が10%を超えていたと推定されるものもある。

これら炭酸に富む水が酸化環境にある場合には，ウランは6価の状態で $UO_2(CO_3)_2 \cdot 2H_2O^{2-}$ あるいは

$UO_2(CO_3)_3^{4-}$ などの安定した錯イオンとして溶解する（第8図）。ウランの炭酸錯イオンを溶解している水が，還元環境になれば，ウランは4価となり，センウラン鉱が沈でんする。また反応しやすいケイ酸分があれば，コフィン石 $U(SiO_4)_{1-x}(OH)_{4x}$ として沈でんする。CO_2の含有率の高い熱水は，上昇過程で沸騰して CO_2 を放出する可能性があるが，そのような場合には熱水中の HCO_3^- が急減して，ウランの沈でんをうながすであろう。フランス中央山地の Limousin 鉱床などは，そのようなでき方であったと推定されている。

第8図　CO_2 を含む天然水とウラン

酸化環境であっても，バナジン酸イオン，リン酸イオン，ヒ酸イオンなどが存在すると，ウランはそれらと結合して，カルノー石，$K_2(UO_2)_2(V_2O_8)\cdot3H_2O$，リンカイウラン石 $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2\cdot10H_2O$，ヒドウウラン石 $Cu(UO_2)_2(AsO_4)_2\cdot10H_2O$ などの結晶を晶出する。また，粘土鉱物やフッ石，または有機物などに吸着されて固定されることもあるが，安定化には還元されねばならない。

いろいろな岩石や水の中でのウランの含有率を綜合してみると，第9図のようになる。銅の場合とは逆で，海洋地殻よりも大陸地殻の方で，ウランの含有率は高い。大陸地殻の中でも，分化の進んだアルカリ岩・カーボナタイト・ペグマタイトなどでは，10万分台の含有率が珍しくない。そして，鉱化ガスや熱水の作用が顕著な部分では，ウラン鉱床としての品位，すなわち千分台に近いものも見出されている。

水に溶解する段階では，銅と同じように，ウランも拡散するが，乾燥盆地の地下水では濃縮されて ppm 台にウラン濃度が高まることもある。海水中には約2 ppb のウランが溶けているが，普通の海水の条件では沈でんしない。ただ，海底が還元環境になっているところでは沈でんして，黒色けつ岩に濃集する。ここでは銅などの重金属と行動を共にするわけである。

一つの地域にあるウラン資源として報告されている中で，ウランの埋蔵量がもっとも大きいものは，スエーデンのミョウバンけつ岩であって，Uとして27万t といわれている。ミョウバンけつ岩は，バルチック海を越えてソ連側にも分布しているので，それを含めるともっと大きくなる。スエーデンでは，まだ試験的な開発の段階であるが，これが経済的に稼行される時代になれば，その埋蔵量が圧倒的に大きいことから，世界のウラン資源の基準を作ることになるであろう。このミョウバンけつ岩のウラン品位は，Uとして0.03％である。現在採掘されているウラン鉱床の品位は一般に千分台であるが，南アフリカのれき岩型鉱床のように金の副産物としてウランが回収されるような場合には，0.03％U くらいまでの原鉱品位でも採掘されている。

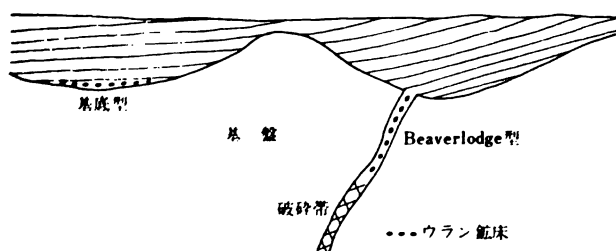
地表では，ウランは6価に酸化され，また地表水や浅い地下水はみな CO_2 を含んでいるので，ウランは容易にそれらの水に溶脱される。一般の地表水・地下水でのウラン濃度は ppb 台以下であって，そのまま海へ運ばれるものと思われる。しかし，乾燥内陸盆地では事情が異る。種々の塩類と共に，ウランも濃縮され，天山山脈南麓などでは，ウランの濃度が ppm 台に達する例もある。

第9図　ウランの含有率

地表に流水のまったく見られないような内陸盆地では，地下水が蒸発によって濃い塩水となり，地下水面と地表の間にホウカイ石やセッコウを晶出させるため，カルクリート（calcrete）ができることが多い。カルクリート地帯の地下水中のウラン濃度は数百ppbにまで濃縮されていることがあり，バナジン酸があれば，カルノー石が晶出する。最近開発されつつあるオーストラリアのYeelirrie鉱床はその例であり，ソマリアでも同様なカルクリート型のウラン鉱床が発見されている。

内陸盆地の塩湖やラグーンの中で蒸発濃縮が進行して，そこでの堆積物の一部がウラン鉱床になっていることもある。フランス南部のLodève の鉱床は，古生代末の乾燥気候のもとで，炭酸ナトリウム型塩水湖に堆積したドロマイト質けつ岩中のものであって，ウランは主としてイライトに吸着されて沈でんしたと考えられている。

以上のように蒸発濃縮によりウラン鉱床が生成されるのは，むしろ特殊な場合であって，一般には地下水中のウランが還元性の環境で沈でんしてウラン鉱床を作ることが多い。しかも，ウラン鉱床として望ましい千分台の品位に達するためには，長い年月をかけてウランが継続的に沈でん蓄積されなければならないので，その還元環境には安定した永続性が必要である。そのような還元環境は，有機物を栄養源とする硫酸還元バクテリアと停滞性の地下水とによって保たれる。

地質条件としては，基盤の花こう岩質岩体が露出するまでに侵食されて，それから溶脱されたウランが充分に供給されるような不整合面に関係して出現することが多い（第10図）。不整合面のくぼみに堆積した新しい地層の基底部にできているものは，基底型と称し，その典型的なものは人形峠鉱床であり，日本の新第三系に例が多い。不整合面の下の基盤岩中の破砕帯に，不整合面上を流れてきた水の中に溶解していたウランが浸透し，その破砕帯内で還元されて沈でんしたと考えられる鉱床も少くない。カナダのBeaverlodgeやRabbit Lakeの鉱床は，先カンブリア系内の不整合に関係しており，イベリア半島にはヘルシニアン期の不整合に関係したものが多数発見されている。

第10図　不整合面とウラン鉱床

上下を不透水層ではさまれた透水層中に停滞している還元性地下水に，ウランを溶解している酸化性地下水が接すると，その接触面に沿って高品位のウラン鉱床ができる。この種のウラン鉱床をロール型鉱床と呼んでいる。ワイオミングやコロラド高原に数多く分布している。

自由地下面を持つ還元性地下水がある場合には，地表面から浸透してくる下降水の中のウランが，その

地下水面の直下で還元されて沈でんする。気候が次第に乾燥化して，地下水面が徐々に低くなると，一度沈でんしたウランはまた酸化されて下降水に溶解し，ふたたび新しい地下水面まで運ばれて沈でんする。これをくり返すうちに，地下水面付近に水平にひろがるウラン鉱床ができ上る。ワイオミングには，そのような過程が現在進行中であることを，放射平衡から確かめられているウラン鉱床もある。

先カンブリア時代の前期から中期の前半までは，地球大気は還元性を保っていたので，ウラン鉱物が地表水に溶脱されることはなかった。しかもセンウラン鉱の比重は10を超えるので，漂砂鉱床を作りやすい。南アフリカの Witwatersrand やカナダの Elliot Lake 地区の先カンブリア系のれき岩型鉱床は，その後の続成・変成作用を受けてはいるが，明らかに漂砂鉱床であったに違いない。その中のセンウラン鉱をしらべてみると，トリウムをいろいろの割合いで含んでいる。一度水溶液になると，トリウムはウランのように安定な錯イオンを作らないですぐに沈でんしてしまうので，ウランと分離する。したがって水溶液から沈でんしたセンウラン鉱は，一般にほとんどトリウムを伴わないのが特徴である。

VI. 地表が酸化環境に変る過程で生まれた鉄資源

初期の地球の大気は，二酸化炭素やメタンを多量に含み，還元性であったと推定されている。アミノ酸をはじめ，生物体を構成する基本になる有機物質が合成され，保存されるためには，酸化環境は適していない。初期の生物はおそらく嫌気性のものであったに違いない。

30億年前ころの地層から，藻類の集団の化石と判断されるストロマトライトが発見されているので，このころまでに光合成を営む生物が出現したのであろう。しかし，初期の嫌気性微生物にとっては，新しく発生する遊離酸素はまさに公害であった。また，非生物源の有機化合物も，酸素によって分解されたはずである。したがって，光合成によって発生した遊離酸素は，付近にある微生物や非生物源の有機物との反応に消費されて，なかなか蓄積されるまでには至らなかったらしい。

前項で触れたれき岩型ウラン鉱床は，今から約22億年前にできたものである（第1表）。このころは，地球の表面はまだ還元環境にあったらしい。約20億年前の地層からは，細胞の組織が判別できるようならん藻の化石が発見されていて，光合成作用が確実に行なわれていたことを示している。そして18億年前のころ，地球上の全体にわたって，しま状鉄鉱層が堆積した。

第1表　先カンブリア時代年表

億年前		
46	前期	地球の誕生
38		地殻ができはじめる，大気は還元性
35		最初の単細胞生物発生（？）
30		最古のストロマトライト
25		
22	中期	れき岩型ウラン鉱床
20		らん藻細胞の化石，大気次第に酸化性へ
18		しま状鉄鉱床
12		
10	後期	最古の緑藻類化石
6.7		多種の動物化石
6.0		

鉄はウランとは逆で，還元環境では水によく溶け，酸化環境では水酸化鉄として沈でんしやすい。地球の大気が還元性であった時代には，鉄を含む鉱物が風化されれば，現在のようにカッテッ鉱として褐色に地表を染めるかわりに，いまよりも一般に CO_2 に富んでいた地表水や地下水に溶解して，そのまま海へ流入したであろう。地球の水圏全体が，かなりの鉄分を溶解していたに違いない。

海水の量はカンブリア時代中期でも

現在とあまり変らないと思われるので，約10^{18}t と見積られる。一方しま状鉄鉱層の鉱量は，貧鉱までも含めれば，Fe として10^{12}t に達するであろう。この Fe が全部同時に先カンブリアの海水に溶けていたとすれば，数 ppm の濃度であって，現在還元性の地下水に認められる濃度と同等またはそれ以下である。

らん藻などが繁殖する海域では遊離酸素が発生し，浅海ならばやがて海底まで酸化環境に変るであろう。そして海水中の鉄分は，カッテツ鉱やセキテツ鉱として沈でん堆積し，その後を埋めて沖合の海水から拡散してくる鉄分や，地表水によって運ばれてくる鉄分も，つぎつぎに沈でんするであろう。少し沖合で酸素分圧がそれほど高くない所では，ジテツ鉱として沈でんするであろう。しかし，らん藻の繁殖は定常的なものとは考えにくいので，それによる酸素発生の度合いが衰えた時期には，鉄分の沈でんもほとんど止まって，堆積物は全体として，高品位の鉄鉱層とほとんど無価値のチャートなどの層とが交互に重なって，しま状を呈するようになったと考えられる。

しま状鉄鉱床は，あらゆる大陸の中期先カンブリア系の中に分布しているが，地質時代を異にする地層からは全く発見されていない。地球の表面が酸化環境になってからは，水圏全体にわたって鉄が蓄積されることはなくなったからである。もちろん，しま状鉄鉱とは異るでき方の鉄鉱床もあるけれども，それらは規模の点で比較にならないほど小さいものが多い。

しま状鉄鉱があるおかげで，われわれは年間８億トンもの鉄鉱石を消費しながら，資源の枯渇をあまり心配せずにいられるのである。しかも，そのしま状鉄鉱床が生まれたのは，生物界の大先輩である単細胞のらん藻のおかげである。同時に，銅やウランの鉱床は，しばしば硫酸還元バクテリアのはたらきに助けられて生まれたことも，忘れてはなるまい。

VII. むすび

いろいろな資源のでき方と，水の作用との関係を整理してみると，天然資源を次の４種に大別することができる。(1) 水自体に関する資源　(2) 砕せつ鉱床　(3) 変質鉱床　(4) 沈でん鉱床

(1) 水自体に関する資源

エネルギー資源のうち，水力資源，海水の波動エネルギー資源，海水の水温差に由来するエネルギー資源，地熱資源などは，この例である。今回は触れなかったが，水資源として地表水・地下水は申すに及ばず，淡水化装置が各地で活用されるようになった今日では，海水はもっとも安定した水資源である。また，食塩やマグネシウムの資源としての海水も重要である。

(2) 砕せつ鉱床

流動する水に地殻物質の砕せつが加われば，とうた作用が行なわれ，重鉱物が濃集して砕せつ鉱床ができることは説明するまでもない。地球表面が還元環境にあった20億年以上の昔には，現在のような酸化環境では溶脱されてしまうセンウラン鉱も，大規模な砕せつ鉱床，すなわちれき岩型ウラン鉱床を作った。

(3) 変質鉱床

水が地殻を構成する岩石と長い期間にわたり接触していると，両者は反応して，造岩鉱物の一部は分解されて，その成分のうち溶解されやすいものは溶脱され，水溶液として運び去られる。一方，あらかじめ水の中に溶解していた成分のうち，分解した鉱物の残留成分と結合しやすいものは，付加されて新しい鉱物として固定される。これが変質作用の一般的な図式であるが，その結果生まれたものが，特定の資源となる例は少くない。今回はケイ石鉱床やろう石鉱床などに触れただけであるが，海底変質作用によるリン鉱，地表水や浅い地下水の変質作用によるボーキサイト鉱床・粘土鉱床・フッ石鉱床，熱水による交代鉱床など，それぞれの変質作用の行なわれた場所や条件が異るのに応じて，いろいろな資源が生まれている。

(4) 沈でん鉱床

水の中に溶解して運ばれてきた特定の成分が，限られた場所で沈でん濃集して鉱床を作ったものであっ

第2表　鉱液と沈でん機構による鉱床の分類

	鉱　液	沈でんの原因	鉱　床
A. H_2S を伴わない NaCl 水溶液			
A 1	海水源熱水	硫酸還元バクテリア	トルードス型銅鉱床
A 2	地下水	硫酸還元バクテリア	サブカ型銅鉱床
A 3	地下水	蒸発，バナジン酸など	カルクリート型ウラン鉱床
B. H_2S を伴う NaCl 水溶液			
B 1	熱　水	温度降下，H_2S 減	浅成含金セキエイ脈
B 2	熱　水	H_2S 減	銅硫塩鉱床
B 3	熱　水	H_2S 減，海水混合	黒鉱型鉱床
B 4	熱　水	FeS_2 生成，H_2S 減	はん岩銅鉱床
C. CO_2 を多量に含む水溶液			
C 1	熱　水	減圧沸騰	熱水ウラン鉱床
C 2	地下水	硫酸還元バクテリア	地下水型ウラン鉱床
C 3	地表水，海水	らん藻など，酸化	しま状鉄鉱床

て，いちばん種類が多い。この小論でとりあげたものを整理して表示すれば第2表のようになる。すなわち，鉱床を構成する金属を溶解して運搬する鉱液の性質によって，A, B, C に三大別することができる。それぞれについて，鉱液が海水であるか熱水であるかなどの区別と，金属が沈でんする主たる原因とによって，A 1，A 2，‥‥などに細分される。

今回は触れなかった鉱床も，その主なものは，第2表に従って分類することができる。たとえば，鉛亜鉛鉱床のうち，炭酸塩鉱物を主な脈石とする鉛亜鉛鉱脈は，H_2S を伴い CO_2 を多量に含む鉱液の例として挙げられるし，ミシシッピーバレー型鉱床は，たとえば A 4 として，鉱液は低温熱水，沈でんの主因は硫酸還元バクテリアというように，当てはめていくことができるであろう。

いずれにせよ，地殻に関係した資源は，そのでき方までを考慮に入れると，すべて水の作用なしには存在し得ないものがほとんどである。ところで，最初にも述べたように，太陽系の中で地球と同様な水圏を持つ惑星あるいは衛星は知られていない。すなわち，われわれ生物が，少くともこの太陽系の中では，地球に固有のものであると同様に，地殻に関係した資源もまた，地球に固有のものであることが明らかである。何光年も離れた遠分のことはわからないが，現実には，資源問題は地球の外に期待せずに，解決をはからねばならないであろう。

終りに臨み，本稿を草するにあたって助言と資料とを提供された，金属鉱業事業団理事佐藤光之助博士に感謝の意を表する。

参考文献

関連する原著は多岐にわたるので，特に必要と思われるもののほかは，それぞれの分野を総括した文献のみを掲げた。原著文献リストについては，それらを参照されたい。

（塩水化の問題については）

EUGSTER, H. P. and JONES, B. F. (1979) : Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution. Amer. Jour. Sc. Vol. 279, pp. 609-931.

（鉱液の化学については）

BARNES, H. L. 編 (1967) : Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.

SEWARD, T. M. (1973) : Thio complexes of gold and the transport of gold in hydrothermal ore solutions. Geochim. Cosmochim. Acta. Vol. 37, 379-399.

片山信夫 (1973) : 鉱床と水. 九大理研究報告, 地質学, Vol. 11, *2*, 215-224.

RENFRO, A. R. (1974) : Genesis of evaporite-associated stratiform metalliferous deposits ——a sabkha process. Econ. Geol. Vol. 69, 33-45.

International Atomic Energy Agency 編 (1974) : Formation of Uranium Ore Deposits. I.A.E.A., Vienna.

TOURTELOT, E. B. and VINE, G. D. (1976) : Copper Deposits in Sedimentary and Volcanogenic Rocks, USGS Professional Paper 907-C.

地学雑誌 89, 1 (1980)

地殻開発とその課題

佐藤光之助*

Non-Renewable Resources from the Earth Crust and Related Problems.

Konosuke SATO

本日は東京地学協会創立100周年に際し「地殻と人間生活」という公開講演会が行なわれることになり，その1つのテーマとして「地殻開発とその課題」について話をすることになったが，これは地殻開発の立場から人間生活に欠くことの出来ない資源エネルギー問題をとりあげ，1）資源エネルギーと人間生活，2）わが国の資源エネルギー確保の経過，3）これからの資源エネルギーと地殻開発，4）地殻開発の課題，について述べたいと思う。

I　資源エネルギーと人間生活

人類はそれぞれの時代において自然環境のなかで自然をうまく利用して生活してきたが，しかし人間の英知と生活レベル向上への志向は唯自然に従応した生活のみでは満足せず，次第に地殻の中に存在する資源エネルギーを求めるとともに，これらと調和した技術の開発によって生活レベルの向上を計るようになった。

石器，金，銀，鉄，銅，宝石などについては先史時代から利用されてきた地下資源である。わが国でも文武天皇の7世紀時代に鉱業政策が打出され，私営の鉱山が認められ1つの重要な産業として発足しており，これによって国産の銅を用いて銅銭を鋳造したのが和銅開珎である。また奈良の大仏は聖武天皇の仏法の信仰と結びついて生まれたもので，熟銅（にぎあがね）約520トンを用いたもので当時の鉱山業の隆盛と金属鉱業技術の高い水準を示すものといえよう。当時は大陸との交流も盛んで遣唐使の旅費は砂金を携行して支弁していたと云われている。

江戸時代は鉱業の発達した時代で，主な鉱山は幕府あるいは藩の直営として開発されていた。当時は鎖国時代であったが，海外との貿易は幕府によって管理されており，これらの決済には銅などの金属が主として用いられていた。

また家庭用具，刀剣武具などの鉄需要は古くから盛んであったが，鉄産業は次第に発達し，砂鉄，薪炭を使う「たたら製鉄」は中国地方山塊部に集中し，従業員10万余を超える産鉄地帯に発達していった。

欧州では数百年前に製鉄用高炉が誕生している。当初の高炉の還元剤および燃料には木炭が使用されていた。産業革命が近づくにつれ鉄鋼の需要は増大しそれにつれ木炭の需要も著しく増加していき，当時のイギリスは国内の山々ははげ山となるという深刻な事態に立ちいたった。この鉄工業の窮状を救う方法として石炭資源をもつイギリスは石炭を木炭に代わって使う方法を研究し，石炭と鉄とを結合させる方法を発見し（1713)，一躍鉄鋼生産国としての先導的な歩みを始めたのである。

産業革命時代，石炭の登場は蒸気機関の発展をもたらした（1781)。従来水車の出す動力にたよっていたが，蒸気機関によって必要な場所で天候などの制約を受けることなく巨大な動力をつくり出すことが出来るようになった。蒸気機関による工業の発達は石炭などの資源地帯に漸次移動していった。ヨーロッパ

* 金属鉱業事業団

のルール工業地帯，アメリカの五大湖周辺，日本の北九州などがよい例である。

「燃える石」にすぎなかった石炭は製鉄への利用，蒸気機関の発明それに続く産業革命の発展によって，その役割りは飛躍的に増大し以後150年間はエネルギーの主役としての地位を確保していたのである。

19世紀後半から20世紀にかけての石油資源の発見と内燃機関などの発達は石油という新しい巨大なエネルギー資源の誕生のきっかけとなり，さらに石油化学工業の発展によって，石炭を急激に斜陽化させ石油文化とも云うべき経済成長をもたらした。とりわけ先進諸国は大量生産，大量消費の工業化社会を構成していった。

一方金属についてはかつては人間生活の身近な範囲にその使用が限られていたが，工業化社会の発展とともに，より多量の，またより多様な性質の材料として要求されるようになり，我々の社会を維持していく上に不可欠の資源となってきた。現在では金属のみならず，非金属の果す役割りも極めて重要なものとなっている。

このように資源エネルギーの開発利用は人間の英知と発展への志向に基いて行なわれ，新しい社会文化の創造への基礎を作ってきた。しかし資源エネルギーはそれらを含む土地の問題が国際間の争いの原因になってきたこと，またかつては植民地的搾取の対象となったことは歴史の示すところである。現在では石油のようにその偏在性と有限性とから戦略物資化された様相を示すようにもなってきた。

一方，資源エネルギーの開発，輸送，精製，利用は自然環境に影響を与えることが重要な問題となってきた。かつてはこれらに対する認識の度合が低かったこと，またこれらに対する対応策が不十分であったことのため公害問題をひきおこした例は多く，環境保全のための対策が強く要請されている状況である。

II　わが国の資源エネルギー確保の経過

わが国が近代化社会への発展の過程で資源エネルギー確保はどのように進められて来たかをふり返ってみたいと思う。

幕末期に衰退の極に瀕していた金属鉱山は明治政府によって国有化され，海外技術の導入による採鉱，製錬部門が近代化され，次第に復興していった。これらの鉱山も他の産業と同様次第に民間に払い下げられ民間企業としての鉱業が確立されその生産が急速に進展し，財閥形成の基礎を築くのに大きな役割りを果した。特に銅については明治前半から国内の需要を満すのみならず，ちょうど世界的に電化の時代に入っていたこともあって，電線の材料としてわが国の輸出商品となっていった。亜鉛は銀，銅，鉛などの製錬を妨げるものとして害物視されており，わが国には亜鉛製錬技術はなかったが，真鍮や亜鉛鉄板などの需要の増加によって1913年頃から亜鉛製錬が始められた。

日本には以前から砂鉄を原料とするたたら製鉄が行なわれていたが，明治政府になって洋式製鉄技術の育成に努めるとともに，たたら製鉄の改良にも力を入れた。磁鉄鉱を原料とする高炉操業は幕末にすでに成功していたが，明治になって釜石鉱山の鉱石を使用する官営釜石製鉄所を発足させている。官営八幡製鉄所設立に際しては新潟県赤谷鉱山等の鉄鉱石，二瀬炭鉱の石炭の使用を予定していたが，実際操業の段階には中国大陸から大冶鉄山の鉄鉱石を輸入するようになった。

日露戦争以後南満州鉄道株式会社が設立され，大陸の資源確保のため満州各地の地質調査が始められている。1909年当時の地質調査所長木戸忠太郎等によって鞍山付近において膨大な鉄鉱床が発見された。

日本における石炭の利用はまず製塩用燃料として始まり，幕末の外国貿易開始後は石炭の輸出および外国船舶への石炭補給が行なわれた。一方近代社会の発展とともに石炭の需要は増大し，まず九州筑豊地域への中央資本の進出が始まり，石鉱業は産業としての形態を整えていった。さらに各地の炭田開発が行なわれ，明治29年に1,000万トン，大正２年に2,000万トン，昭和15年には5,600万トンの最高出炭量が記録されている。この間中国大陸においても各地で炭田開発が行なわれた。

日本の石油業は新潟から生まれている。明治に入り北海道開拓使の招きで来日したライマンは政府の依

頼により明治9年本邦石油の調査を行っているが，信越2県の総油量は米国ペンシルバニア州における2個の油井から出る油量にすぎないと述べている。その後多くの調査が実施されたが，その規模は小さく海外の石油に依存せざるを得なかったのである。

石油資源に乏しいわが国では唯一の海外油田として北樺太の油田の利権を確保したが，今日主要な石油産出国となっているところの開発はすでに米，英，蘭，仏の石油企業が多国籍化しつつ着手していたのである。すなわち，石油開発は約120年前にアメリカで始り，19世紀後半から20世紀初めにかけて世界各地に拡り，1930年代には巨大油田のあるアラビア半島へと発展していった。1930年代にはこれらの大企業は国際石油カルテルを結成し，世界中の石油価格をアメリカの石油価格に準じて調整したので，中東の石油生産からは莫大な利潤があがることになったのである。

このような国際情勢のなかでわが国が自主的に開発出来るような地域は余り残されてなく，また探鉱開発技術についても先進国の新しい情報は入り難かったものと思われる。19世紀末にロイヤル・ダッチ・シェルが開発に成功したスマトラ油田を含む南方油田はわが国にとって羨望の地と考えられるようになり，南進論の基をなしたように思われる。

石油資源の確保に苦労していたわが国では一方において人造石油をつくる計画が進められていた。当時わが国の液体燃料総需要を400万キロリットルと推定し，その半分の200万キロリットルを人造石油に依存する計画がたてられ，昭和12〜18年の7カ年計画で達成する方策が進められた。これらは撫順頁岩油，石炭液化，石炭低温乾留の振興を計ることであった。人造石油の生産実績としては昭和18年が最高で27万キロリットルに達した程度で，計画には遠く及ばなかったのである。

中国大陸に進出したわが国は豊富な天然資源，特に地下資源に期待をかけていた。石油の探鉱も小規模に行なわれ，また人造石油のための頁岩，石炭の採堀試験も行なわれたが，石油問題の解決を得ることが出来ず，終に南方油田確保という無謀ともいえる方向に進んでしまったのである。

戦後の日本はまず国内資源に依存せざるを得なかった。昭和21年末石炭，鉄を超重点増産の対象とする方針がうちたてられた。終戦時には石炭は年産2,200万トン程度に落ちこんでしまったが，以後傾斜生産によって徐々に回復していき昭和36年には戦前の水準の5,600万トンに達している。しかし昭和30年代に入るとエネルギー革命の進展によって石炭は石油にその地位を追われ出炭量は徐々に減少し現在は年間出炭量は2,000万トンを割るようになってしまった。

石油についても戦後国内石油資源の開発促進のための施策が行なわれたが，国内油田の産出量は極めて少く，経済の成長に伴って国産原油の比率は年々低下する一方であった。このような状況の時に昭和33年(1958)山下太郎がサウジアラビアとクエートの中立地帯の沖合の石油利権を入手しカフジ油田を発見したことはわが国の石油開発史上特記されることと思われる。昭和35年(1960)にはインドネシア北スマトラ油田の復旧再開のために経済協力をすることになり，そこから原油を受けとることになった。このように昭和30年代前半に2つの海外石油開発事業が始められた。

このアラビア石油の成功は国際的に大きな反響をよび，当時ソ連，欧米に旅行中の私は各地で日本の石油開発事業の評価を聞かされたものである。しかしその反面国内的には石油開発に対する容易な考え方を生んだことは否定出来ないように思われる。

昭和42年(1967)石油開発公団が設置され海外石油探鉱開発促進に関する施策が行なわれるまでには相当時間が掛ったといえよう。

このような経過をたどっている間に各国は油田開発に大いに力を注いでいた。同じ敗戦国であるイタリアでも1953年にすでにENI(炭化水素公社)が設立され，新しい探鉱装置等を充実させ国内，海外の石油，天然ガスの探鉱開発に集中的に力を注いでいた。

一方わが国から石油資源に期待がもてないと見離されていた中国は終戦後しばらくして新しい中国とし

て発足し，鋭意石油探鉱を行いその建国10年までには東北の黒竜江省の大慶油田を始め幾多の油田開発に成功し石油産出国としての第1歩をふみ出している。勿論新中国成立後ソ連，ルーマニア等の産油国からの技術導入があったが，大規模な探鉱活動によって幾多の油田を発見し，陸成堆積層にも大きな油田が期待出来ることを実証したのである。ソ連においては1955と1960年の間に石油で2.3倍，天然ガスで6.5倍の生産量の拡大を行っているが，昭和37年には当協会が共催して「ソ連における石油鉱業の発展について」の講演会も開催されている。

戦後の石油事情は著しい変化を示している。中東地域の数多くの大油田の発見，従来は陸上が主体であったものが，次第に沖合大陸棚に開発の手が拡がってきた。これらにより石油供給過剰時代をつくり出していったのである。1960年代のわが国の高度成長時代は石炭から石油への変換が行なわれ，非常に安い便利なエネルギーを利用して経済成長が進められたと云えよう。

1960年代にはわが国は中東から1バーレル当り1ドル70セント程度の安い石油を輸入していた。これは戦前に比べると 1/8 の価格と云われている*。アメリカは1950年当時全世界の産油量の半分以上の2.7億トンを生産していたが，次第にそのシェアは減り中東に追越されていき，石油輸入国に転落していったのである。アメリカは国内石油の価格は5ドルであったので関税障壁をめぐらし5ドルの石油を使っていたわけである。西ドイツやイギリスは外国からだけの資源に依存することの不安，また国内の石炭産業の規模が大きいために急激に石油に転換することが出来ずエネルギー源として石炭を相当使っていた。西ドイツで掘られた石炭から電気をおこすと，バーレル当り7ドルの石油を使うのと同じくらい費用がかかったと云われている。

このように安いエネルギーに依存して高度経済成長を果して来たわが国は1970年代に入って深刻なエネルギー問題に直面するようになり，従来のエネルギーの優位性が一転して最も深刻な立場に立たされるようになったのである。

このような情勢のなかで，わが国においては脱石油の声がにわかに高くなり，石炭，原子力，水力，地熱等によるエネルギー確保およびサンシャイン計画による代替エネルギーの技術開発の施策が進められるようになった。

戦後金属鉱物資源調査として製鉄原料の自給度を高めることを目ざし，砂鉄，磁硫鉱鉄等の未利用鉄資源の開発調査が行なわれたが，鉄鉱資源は世界的に豊富に存在することから，鉄鋼業の拡大に伴いほとんど海外資源に依存するようになった。

ウラン資源の調査は1954年から地質調査所の手によって始められ，人形峠において礫岩型砂岩型鉱床が始めて発見され，引続いて東濃鉱床等が見つかった。現在は動燃事業団，金属鉱業事業団，民間企業によって国内，海外の探鉱が行なわれている。

非鉄金属鉱物資源については金属鉱業事業団によって広域調査，精密調査，企業探鉱という三段階方式がとられており，また海外についても探鉱開発が進められているとともに国際技術協力の立場からの調査も継続的に行なわれている。

わが国は古くから鉱山開発が行なわれ，大正初期には米国に次いで世界第2位の産銅国であったが，戦後の急激な産業の発展時代に入ると金属も国内鉱だけでは需要に応じきれず，鉱石の大部分を海外より輸入して精錬を行うようになってきた。最近国内鉱山は鉱量の枯渇，品位の低下等から国際競争力に勝てず休山するものが増加しているが，一方では地下に潜在する鉱床の発見によって新しい鉱山の誕生，あるいは，古い鉱山での新しい鉱床の発見による再生も行なわれている。

非金属鉱物資源の開発は数多く行なわれているが，石灰石鉱業はセメント工業などの原材料として重要なものであり，大きな産業として発展して来た。昭和53年には1億7,000万トンの鉱石を国内で自給している状態である。

---

* 堺屋太一：わが国エネルギー問題の現状と課題，による。

III これからの資源エネルギーと地殻開発

最近，中東諸国を中心とする石油産出国が石油の供給量および価格の面で世界の石油市場に大きな影響を及ぼすようになり，エネルギー危機の到来が真剣に受けとめられるようになってきた。このようなエネルギー事情に対処する方策が必要とされているが，地球上に存在するエネルギー資源を未利用のものも含めてより有効に利用する方策を打出していくことが緊要な問題となってきた。

一方このような工業化社会を支える原材料資源についても，低廉かつ安定した供給体制を保つことが重要な課題である。

ところで，わが国は国産資源に乏しくエネルギー供給構造がきわめて脆弱な体質であるので深刻な問題となっているわけである。このためには石油依存度の低減，非石油エネルギーの多様化，特に新しいエネルギー資源の開発の方策が打出されており，また国際的にもエネルギー大量消費国であるわが国がこれらの努力をすることが要望されているところである。

地球上に存在するエネルギー資源については地殻中から開発生産される非再生資源と地球上の自然エネルギーのような再生可能資源とがある。前者は主として化石資源であって石油，天然ガス，タールサンド，油母頁岩，石炭，ウラン等があげられる。後者は太陽，風力，海洋（波力，海洋温度差等），植物（バイオケミー）等のこれから開発されていく新しいエネルギー源である。地熱は現在生きている資源であり，両者の中間的性格のもので，適切な管理のもとでは半永久的に使用することが可能と思われるものである。

地殻から生産される非再生資源はエネルギーの濃集したものを採取して利用するので経済的にすぐれたものであるが，地球上の資源賦存について地域性があるためこの不均衡を是正するため国際協調のもとで適切な配分を行ってきたものである。しかし最近では資源の有限性が云われるようになり，急激に戦略物資化してきたが，これに対しては地球上の資源の埋蔵量，発見量からみた適切な生産を維持することによる安定供給の路を確保することが基本となるように思われる。

自然エネルギーを利用する方法は時間的に変化の多い非常に薄いエネルギーを如何に濃縮貯蓄するかなどの技術の確立にかかっている。地域に密着しての利用が主となり，規模の大きい経済的な供給が可能かどうかは今後の技術開発にかかっているように思われる。またこの種のエネルギー源は地球上の地球物理的条件さらに国土の広がり，人口密度等地理的条件によっても相当格差を生ずるものであろう。

最近，Amory B. LOVINS によってエネルギー政策の基本方針としてソフトエネルギーパスが提唱されている。これはエネルギー供給の中心を化石燃料や原子力を利用する大規模集中的なシステム（ハードエネルギーパス）によるのではなく，太陽熱，風力等の再生可能エネルギー（ソフトエネルギーパス）によっていわば小規模分散型のシステムによるべきという意見が出されている。またこのシステムによると今までのように充分にエネルギーを供給することがむずかしくなるので，省エネルギーを行うことに依存するという考え方である。これによって永続的平和への道が可能であると提言している。

これは我々の生活をエネルギー的にみて数分の1ないし1桁程度ひき下げることを意味しているように思われる。ソフトエネルギーのみに限定したシステムはなかなか受け入れ難いように思われるが，ハード，ソフトエネルギーを二者択一的に扱わず，弾力的に活用していくことはこれからの課題であろう。

しかし当分の間，ソフトエネルギーはハードエネルギーの補間的役割りを果すものと思われる。

ちなみに，現在，過去の日本人の1日当りのエネルギー消費量は，たきぎ時代は1,000～2,000 cal. 昭和初めの石炭最盛期は約13,000 cal. 現在は100,000 cal. 弱である。

我々は金属，非金属，石材その他の資源を古くから地殻から求めて来たし，今後もそのような道をたどるものと思われる。さらに従来利用されていなかった未利用資源が将来開発利用される可能性は多分に考えられるものである。このように我々の社会を構成する原材料などの資源は大部分地殻に依存せざるを得

ないものといえよう。

以上述べたようにこれからの資源エネルギーは従来にも増して地殻に依存する度合は強く，地殻開発はこれからも人類にとって極めて重要な仕事として発展していくように考えられる。

IV 地殻開発の課題

今日世界の経済大国になったわが国は資源エネルギー確保にいろいろと苦労をして来たが，前にも述べたようにこの問題について長期的，綜合的視野にたった施策が必ずしも充分であったかどうか，この点先進諸国に比べていささか立遅れているように思われる。特に資源エネルギーの消費について世界有数の国であるわが国が世界における資源エネルギーの探鉱開発に貢献した度合は僅かなものと云わざるを得ない状態である。

戦後わが国は資源エネルギーを貿易上の対象として扱いそれらの有利な条件での確保に成功し，著しい経済発展の基を築くのに寄与してきたが，今後は資源大消費工業国として国際社会のなかで長期的，綜合的立場にたって問題に対処する必要にせまられるものと思われる。特に地球上における資源エネルギーの賦存とその限界，探鉱開発動向，資源地域の立地条件等を充分考慮して施策を進めることが基本的な課題のように思われる。

例えば，石油の究極埋蔵量は地質学的にみると２兆バーレルと云われており，可採埋蔵量は6,500億バール程度わかっているが，毎年の生産量の増加，発見量の低下により，最近では生産量210億バーレル/年が発見量150億バーレル/年を相当オーバーしてしまい石油資源の寿命に不安をもたらしていること，さらにこのような効率的かつ大量供給可能なエネルギー資源としての石油に対する認識が高まったことによる産油国の強い姿勢に影響され石油危機に直面するようになってきたわけである。従って世界的にみればまず埋蔵量，発見量にバランスした生産量を保つことが安定供給確保の基であり，資源エネルギー大消費国の日本の立場からすれば埋蔵量，発見量の増大のためさらに一層の努力が必要と思われる。

地球全般にわたる資源エネルギーの存在可能性を検討するためには，これらが化石資源であり長い地質時代の経過をたどって蓄積された地球上の莫大な財産であるということを充分考えるべきであろう。この点地学および関連技術の果す役割りは極めて大きいものと云えよう。すなわち１）地殻の構成，２）地殻構造発達史からみた鉱床形成機構，３）地殻中の鉱床形成の物理化学的過程，４）鉱床の種類，規模，分布等　の観点から地球上の資源量の推定を試みることである。新しい地球科学の発展の著しい今日，これらに基いた地球上の資源量の把握を常に試みていることは我々人間社会にとって重要な指針を与えるものと思われる。

地殻中の新しい鉱体の発見は直接的に資源確保に役立つのみならず，地球上の可採埋蔵量の増大を意味し長期安定供給の基を強化するものである。

新しい鉱体の発見にはどのような考え方で探査を行うか，またどのような技術を使うかが主要な課題である。探査概念は地殻，鉱床に関する上述の要素によって組みたてられるし，探査技術については地質調査，物理探査，地化学探査，試すい等が行なわれている。例えば前にも述べた中国の大慶油田等の発見は当時考えられていた陸成堆積物には大きな油田は存在しないという概念を打ち破って勢力的な各種の探査を実施し大油田の発見をもたらしたものと云われている。またかつて油田探査が行なわれたが終に成功しなかった地域において新しい地震探鉱技術の発展によってあらためて油田の探査に成功し開発に至った例は数多くある。またわが国においてはグリーンタフ地域における地殻の発達，これに伴う黒鉱々床の形成，鉱床形成に伴う諸現象の解明ならびに関連探査技術の進歩によって幾多のかくされた鉱体を発見しており，わが国鉱業界の進展に寄与している。

このように地殻に関する学問知識および探査技術の発展によって，従来顧みられなかった地域で新しい鉱体の発見をもたらすことが可能と思われる。従って地殻中に存在する資源量の限界は，地殻に関する科

学技術の発展の度合に応じて拡大していくものと云えるであろう。

これからの資源エネルギーの安定的確保のためには地球上の埋蔵量の把握，新しい鉱体の発見が不可欠と思われますが，このためには資源評価，資源探査活動を幅広く進めるとともにそれらの根底となる地殻に関する科学技術の発展を計ることが基本的課題のように思われる。

次に石油，石炭，地熱，金属鉱物等の資源についての問題点を述べることにする。

石油資源：エネルギー源の歴史的変遷を見ると薪ー石炭ー石油・天然ガスの過程をたどって来たが，石油は効率の高いエネルギーでかつ液体であるため生産，輸送等が非常に便利なこと，石炭よりは燃焼による汚染度が少いなど有利な点が多く，石炭に代って石油時代をつくり出した意義は充分うかがえるものである。今後の社会においてエネルギーを石油にどの程度依存出来るかを見極めることは重要なことで，これによって工業化社会の維持に重要な影響を与えるものと思われる。このような情勢のもとでかくされている石油資源の発見，埋蔵量の増大のため努力することが世界的な課題であろう。

わが国は石油資源の探鉱開発に関しては前にも述べたようにおくれて出発したものであって，石油多消費国としては探鉱開発体制，研究開発，教育等の面で弱体と云わざるを得ない。探鉱開発投資はある程度行なわれるようになったが，国際的に通用する技術力をもってオペレーターの役を果し得る企業は限られている。また国際的にみて探鉱開発投資にしても石油消費量に比べれば著しく低いものである。自由世界の石油の11%程度を消費するわが国が探鉱開発投資については最近３%程度行っているにすぎないし，以前はさらに僅かなものであった。今日までの世界の石油開発へのわが国の寄与は極めて低いものと思われる。

地球上の新しい地域への探鉱活動の拡大については辺地，深海，極寒地等の条件の悪い地域に多くが向けられるであろう。このような悪条件のもとでの探鉱開発のための技術力の強化も重要な課題と思われる。

石炭資源：石油危機が叫ばれるようになるとこれに代る膨大な量の代替エネルギーが必要となり，石炭が見直されるようになってきた。石炭はヨーロッパや北アメリカにおける産業革命の原動力となったもので，１世紀以上の間工業用，家庭用の主燃料であったものである。

地球上の石炭資源については多くの埋蔵量が推定されており，潜在的採掘可能な石炭は12兆バーレル石油相当（1,000バーレル石油≃210トン石炭）で石油の究極埋蔵量の６倍，経済的に採掘可能の石炭の量は３兆バーレル石油相当で石油可採埋蔵量の約５倍に相当する。既知資源の大部分は北アメリカ，ソ連と東ヨーロッパ，西ヨーロッパ，中国，オーストラリア等に埋蔵されている。石炭資源の埋蔵量は非常に大きな数字となっているが，資源の賦存状態，立地条件などによってそれらの経済性が大きく左右されるものと思われる。近年主要な石炭資源保有国での石炭開発を目ざして，欧米の石油あるいは非鉄金属等の巨大企業の進出は目覚ましいものである。例えばオーストラリアにおいては1985年の生産の76%（出資比率分だけでは42%），輸出量の68%（同上46%）に影響を与えうるまでになっていると推定されている。同様に米国，カナダでもかなりの影響力を持つに至っているようである。

石炭の採掘には坑内掘，露天掘が行なわれているが，坑内採掘は労働集約的であり賃金の上昇が石炭の価格に直接影響を与えること，坑内採掘が安全と健康のため厳しい規制がかけられることなどが問題となるであろう。石炭の大幅の増産のためには露天掘りの拡大が必要となるが，これは地域の環境，経済，社会問題に大きな影響を与えるものである。石炭生産にはこれらの不確実な因子が大きく影響を及ばすもので，今後石油に代るエネルギーとして大量生産を行う場合如何にしてこれらを解決していくかが大きな課題のように思われる。

石炭の輸送，利用の面でもむずかしさがある。固体である石炭の輸送は流体である石油，天然ガスに比べて環境的，社会的影響，設備の充実に対して充分配慮することが必要であろう。さらに例えば石炭と石油の混合体（COM： Coal-Oil-Mixture）のような新しい方式による技術の確立も考慮すべきものと思わ

れる。

石炭利用の面では排煙，灰の処理の問題がある。もし適当な管理をせずに多量の石炭を燃やせば空気を汚染し環境や天候に影響をもたらす恐れも考えられる。あまり環境等に影響を与えないように石炭を燃やすための公害対策技術の向上は石炭利用の拡大に通ずるものと思われる。灰の処理についてはこれを未利用資源の立場からその活用を検討すべきであろう。

石炭の液化ガス化の技術開発は最近わが国では昭和49年（1974）から代替エネルギー技術開発のサンシャイン計画の1つとしてとり上げられており，現在加速的にこの計画を推進する方策が進められている。

石炭液化の歴史は古く，前にも述べたように戦前から石油資源の乏しい日本，ドイツにおいて燃料自給政策の一環として行なわれた。また戦後米国は石油不足時代を予想してこの研究を行ったが，間もなく中東大油田発見によって中止の状態であったが，1960年頃から再び石炭利用研究を開始している。現在では先進諸国でこの種の技術開発を進めているが，自国内で石炭増産の期待がもてないわが国としては炭質と液化技術，開発された技術の活用方式とのかね合いから海外の資源確保と液化技術開発とを今後どう結び付けていくかは重要な課題と思われる。

地熱資源：地殻中の地熱現象は各地質時代に認められるものであるが，現在利用し得る熱エネルギーとしては地殻中の新しい地熱現象を対象と考えねばならない。

地熱資源は地球内部からの熱によるもので熱源としてはマグマ貫入による局部的な熱源とマントルの高まりのような地域的拡がりをもつ熱源とが推定されており，前者は数 km～10 km 程度，後者は20 km 以上の深度とされている。

10 km 以浅に賦存する熱量を対象とした場合，基礎資源量として 3×10^{26} cal 以上の熱量の包蔵が期待され，化石燃料資源から得られる熱量に劣らないものと推定されている。

地下の熱エネルギーを採取する方法としては現在のところ地熱流体を採取しこれから熱エネルギーをとる方法がとられており，一般的には地下にある天然に形成されている地熱流体が対象となるが，天然の地熱流体の存在しない高温岩体の場合には，人工的に水を注入し地熱流体を涵養し，この地熱流体を採取する方法が研究されている。

火成活動によって生じた浅い局部的な熱源の場合には貫入岩体および周辺岩石からなる高温熱源に循環水が近づき対流によって加熱され地熱熱水系が形成される。これを火山性地熱資源とよんでいるが，熱源からの熱の供給，地下水の挙動，貯留層の発達状態によって熱水型，蒸気卓越型，高温岩体型など色々の形態をとっている。

この種の地熱資源は新生代の火山活動および造山運動の活発な地域に賦存しており，環太平洋火山帯，地中海，ヒマラヤ造山帯，東アフリカ地溝帯および大西洋中央海領系に属する地域等において認められている。

新生代の造山運動に伴って生じた褶曲山脈の周辺部に発達する堆積盆地から高温熱水が産出しエネルギー源として使用されている例がある。この熱源は地域的なマントルの高まりによるものと推定されており，非火山性地熱資源あるいは堆積型地熱資源といわれている。ハンガリー盆地，ソ連の山間盆地などは代表的なものとして知られており，時にはこれらの熱水貯留層が異常高圧層となって熱エネルギーとともに力学的エネルギーを有するものがあり Geopressure 型地熱資源とよばれている。米国のメキシコ湾盆地，ハンガリーのカルパチヤ盆地などに認められている。

地熱エネルギーの利用は他の資源とは異なり開発地点において他のエネルギーに変換するか，開発地点周辺の直接的利用に限定される。地熱発電は電気エネルギーへの変換を行うもので，天然蒸気を使った低温，低圧の火力発電に相当するものである。

現在，蒸気卓越型地熱資源としては米国のガイサーズ，イタリアのラルデレロ，日本の松川等，熱水型地熱資源としてはニュージーランドのワイラケ，メキシコのセロプリエト，日本の八丁原，葛根田等におい

て商業ベースの開発が行なわれている。高温岩体型地熱資源については米国のニューメキシコにおいて熱出力5,000KW の熱抽出に成功し，熱出力2～5万 KW プラントの研究開発を始めるところである。

米国のガイサーズ地区発電所は110 MW のプラントを1単位とし開発を進め，現在850 MW に達し，さらに開発を進めていく計画をもっている。蒸気卓越型地熱資源は経済性にすぐれており，以前から大型石油火力発電所のコストと太刀打出来るものと云われていた。わが国の松川地熱発電所も経済的にすぐれたものと云えよう。

熱水型地熱資源の場合には蒸気のみでなく熱水を伴うもので，この熱水は環境保全のため地下に還元している。従って経済性は蒸気卓越型よりは劣るが，今後は熱水発電の技術開発，その他の技術改善によって経済性を高めていくことが可能と思われる。現在わが国では岩手県葛根田，大分県八丁原等において5万 KW 規模の発電が行なわれているが，これらの地区においても今後さらに開発が展開されると思われる。

世界有数の火山国であるわが国では数少い国産エネルギー資源である地熱資源の開発を促進することは必要と思われるが，このために大規模深部地熱発電のための調査研究が進められている。これは深部に存在する地熱資源の実体の究明，これらの開発に伴う環境保全技術の確立，探査，掘削技術の確立等を目ざすものである。地熱資源の実体の究明のためには，地質構造，後期新生代火山活動，関連する熱源，水文学的環境，熱構造（熱流量，地熱流体の化学成分，変質鉱物の種類とその分布等から推定）ならびに地熱貯留層の解明が必要となり，このためには各種地質調査，物理探査，地化学探査等の地熱資源に対する探査技術の確立，地熱掘削技術の確立が重要な課題となっている。

しかし一方，地熱資源の開発の歴史は浅く，また複雑な火山活動に関連する異常現象を取扱うことから未解決の問題が数多く残されており，このような地熱現象に関する地球科学的研究の発展が期待されているところである。

金属鉱物資源：非常に古い歴史をもつ銅，金，鉄のような各種の金属の利用は工業化社会のなかで急速に伸展を示し，これからもさらに拡大していくものと思われる。この種の資源に関しては，現時点では石油資源のような資源有限説は一般の人々の関心を引くまでには至っていないが，最近になって金属の供給の限界についての論説などが次第に見られるようになってきた。将来の社会にとって代替のむずかしい金属は代替が考えられるエネルギーよりも本質的に重要な課題を抱えているようにも考えられる。

地殻中の資源量については最近いくつかの論文が出されており，わが国でも関根（1962），矢島（1976），立見*（1979），茂木（1979）などによって論じられている。また B. J. SKINNER は鉄，アルミニウム，チタンなど地球化学的に豊富な金属と銅，鉛，亜鉛，金，銀，水銀など地球化学的に乏しい金属について地殻中の品位一量の分布曲線**を示している。これらは目下の処定性的な表現に止っているようであるが，今後さらに多くのデータからの検討を行うべき問題と思われる。しかし SKINNER の示した分布曲線の意義は同じ金属であっても地球化学的に豊富な金属と乏しい金属とでは利用し得る地殻中の資源量の限界が異なることを示している。地球化学的に乏しい金属については採掘品位を下げても経済的に供給可能量は増加せず，ある限界をもつものであると論じられている。米国において行なわれた非再生金属鉱物資研究集会（1976）においてはこの考え方に基礎をおいて金属鉱物資源確保の討議が行なわれている。

今から20数年前に石油資源の限界についてあまり気に掛けなかった我々は金属鉱物資源量について今後資源の実体の把握および地球科学的検討を進めていくことは欠かせない課題と思われる。

一方世界の金属鉱物資源の探査開発が進むにつれ先進開発国では地表に徴候をもつ鉱床については大部分が探査開発され，これからは潜頭鉱床をさがし開発しなければならない時代に入っているように思われる。このような傾向は古い歴史をもつわが国の鉱山業においてはすでに以前から経験しているところであ

* 立見辰雄博士には講演後有益な資料を賜わりここに厚く御礼申上げる。
** 茂木　睦：地学からの資源論，地学雑誌 Vol. 88, No. 4, 1979, 第14図参照。

る。米国においても1960年以降新鉱床の発見率が急激に落ちこんでしまった。これは地表に示徴を求める露頭探査から深部の潜頭鉱床の探査へと大きく変化していったため探査技術が充分対応出来ず，従来のテンポで新鉱床が発見出来なかったためと云われている。

従来地表附近に賦存する低品位大規模鉱床の露天掘開発による大量生産は金属の供給に大きな役割りを果してきた。これからのこの種の鉱床の開発は鉱床賦存の深部化，エネルギー多消費の制約，鉱害対策等によって色々と制約を受ける場合が多くなる。このため新しい開発技術の確立に努力が向けられているが，さし当ってはむしろ高品位鉱床の効率的開発に多くの関心が払われているように思われる。

ところで，金属鉱床は石油，石炭，地熱等の鉱床に比べて水平的拡りは限られた範囲に濃集されている場合が多く，また鉱化作用という異常な現象に伴う不確定要素に大きく支配されるため石油，石炭の場合に比べて地質構造との対応が複雑であることから，新しい潜頭鉱床の発見には幾多のむずかしさが残されている。勿論今日まである程度の潜頭鉱床の発見に成功して来たが，これからの資源の供給のためには潜頭鉱床の開発に依存する割合が段々と多くなっていくことを考えれば，潜頭鉱床に対する効率的な探査技術を開発していくことは極めて重要な課題のように思われる。

V むすび

人間社会は地殻からの資源エネルギーによって著しい発展をとげ，これからも我々の社会を維持していくためには大部分の資源エネルギーを地殻から求めざるを得ないと思われる。狭い国土のなかで工業化社会を作って来たわが国は資源エネルギーの大部分を海外に依存してきたが，これからもその傾向は長く続くものと思われる。

最近石油に関し地球上の資源量および発見量と工業化社会における資源消費量との間の均衡がくずれ，国際協調による資源の配分に摩擦が生ずるようになってきた。これは現在石油を中心としておこっているが，将来他の資源エネルギーについてもこのような恐れがないとはいい切れないように思われる。

このためには資源エネルギーの利用面の改善を計るとともに，地球上の新しい資源の発見，資源量の増大に努め，資源の安定した国際的配分の環境を作っていくことは資源大消費国である工業先進国の務めのように考えられる。

わが国は資源小国であるといってただ安易に海外の資源にたよるだけでなく，自らが資源に関する科学技術の振興を計り，世界の資源量の把握ならびに探鉱開発活動の積極的推進を計ることが重要な課題のように思われるのである。

参考文献

1) 片山信夫 (1965)：地下資源の歴史，Energy Vol. 2, *2*.
2) 通商産業省鉱山石炭局 (1971)：資源問題の展望.
3) 石油資源探査技術に関する基礎資料 (1974)：科学技術庁資源調査所資料第26号.
4) 金属鉱物資源探査技術に関する基礎資料(1974)：科学技術庁資源調査所資料第27号.
5) 黒岩俊郎 (1979)：資源論ノート，ダイヤモンド社.
6) 堺屋太一講演録 (1979)：我が国エネルギー問題の現状と課題，通商産業調査会.
7) 中国経済研究所編 (1975)：中国資源総覧.
8) 斉藤　隆，神原　達 (1979)：中国の石油，石油の開発，Vol. 12, *3*, *4*, *5*.
9) オルージエフ，エス.エー. (1963)：ソ連における石油鉱業の発展について，地学雑誌，Vol. 72. *1*
10) 総理府編 (1977)：時の動き，明日のエネルギー.
11) エイモリー，ロビンス著，室田泰弘，槌屋治紀訳(1979)：ソフトエネルギーパス―永続的平和への道―，時事新報社.
12) 産業技術審議会 (1979)：サンシャイン計画の加速的推進戦略，―中間とりまとめ―.
13) 矢部　孟 (1978)：わが国石油開発の新しい展開，石油技術協会誌，Vol. 43, *5*.
14) グリフィス，E. D. クラーク，A. W. (1979)：代替エネルギーとしての石炭，サイエンス Scien-

tific American 3 日本版
15) 資源，No. 205，石炭利用技術の研究—特集，資源協会.
16) 資源エネルギー庁石炭部監修(1979)：コール・ノート，資源産業新聞社.
17) 佐藤光之助(1977)：わが国の地熱エネルギー開発をいかに発展させるか，地熱，Vol. 14，*3*.
18) ——(1979)：物理探鉱技術の歩みと展望，物理探鉱，Vol. 32，*2*.
19) 陶山淳治(1978)：エネルギー資源としての地熱開発．地熱発電に関する講演要旨，新技術開発事業団.
20) 関根良弘(1962)：鉱石元素の濃集と地殻における現出頻度との関係，鉱山地質12.
21) 矢島淳吉(1976)：世界の銅，鉛，亜鉛鉱床の規模について，—定量的な鉱床論の試み—その1，その2．鉱山地質26.
22) 立見辰雄(1979)：総鉱物資源量見積りのための1つの試み，鉱山地質29(4).
23) 茂木　睦(1976)：地学からの資源論，地学雑誌，Vol. 88，*4*.
24) SKINNER, Brian J. 立見辰雄訳 (1978)：A second iron age ahead ?, 日本の科学と技術 19 (191).
25) Report On The Workshop " Research Frontiers in Exploration For Non-Renewable Resources " (1976) : The Pennsylvania State University.
26) Report on The Workshop on Mining Geophysics—Geophysics Applied to Detection and Delineation of Non-Energy Non-Renewable Resources. (1976) : The University of Utah.
27) 鉱物資源探査技術調査団報告(1978)：米国における鉱山物理探査及びレモートセンシング技術，金属鉱業事業団.

地学雑誌 89, 1 (1980)

地殻と自然災害

森本良平

Natural Disasters Related to the Earth's Crust

Ryohei MORIMOTO

I. 創立百周年

東京地学協会創立百周年記念事業の一環として企画された，「地殻と人間生活」をテーマとした公開講演会における speakers のひとりに指名された私に与えられた講演題目は，「地殻と自然災害」という，きわめて一般的な，広汎な話題なので，はじめに，個人的感想を述べることによって，限られた時間での話の輪郭を明らかにしたいと思う。

今年は，東京地学協会の創立百周年。明年は，地震学会が結成されて百年，法政大学も創立100年を迎える。私が定年退官した一昨年，昭和52年の4月に東京大学は，その創立100周年記念式典を挙行した。中央大学，明治大学，早稲田大学なども，前後して創立百周年をすでに迎え，また迎えようとしている。私の周囲では，このところ，学協会や大学の百周年事業の声が多く聞かれるようである。このように，百周年記念事業という同じような出来事が，同じ時期に集中して行われるとそこになにか，一般的理由があるのではないかという気持を私たちに抱かせる。いまから100年ほどまえといえば，わが国の歴史上，最後の内戦であった西南戦争が終結し，明治政府が名実共に安定政権として，維新以来，国是として掲げた近代化の実施に乗り出したころである。欧米先進国の文化政策を取り入れ，近代国家に必要な人材の養成に大学もしくは大学の前身となる教育施設設立の気運が強く，その結果が，今日，大学の百周年記念事業が多く行われることになったと説明できる。欧米の科学技術を吸収発展させる学協会の設立も，また多かったものと想像される。このような説明の根拠は，当時の資料を各大学，各学協会について調査検討することによって得られる筈である。地震学会の結成は，むしろ，その頃，横浜の付近で起こった地震が契機となったもので，社会状勢よりも天然現象のほうが強く影響したのではないかという反論も出てくるかも知れない。創立の事情は，個々の大学，学協会で異なり，一律に扱えないにしても，似たような事件が時をおなじくして，日本という特定の社会に起きたという事実が，なにか背後に，そうしたことを起こす要因があったのだろうと想像させる。これは，社会現象の一例であるが，これと似た推論は，自然現象についても可能である。それについては，後章で改めて触れることになろう。

地学協会が，明治−大正−昭和と変動の烈しかった時代をくぐりぬけて，100年の星霜を越えてきた，その歴史の長さを思うと，私自身には，とても及びもつかぬ時間的経過であったと感じられる。100年という年月は，あまりにも長いように感覚的には受け取られる。しかし，いま，その長さを，私自身が関係を持った年月と照合してみると，また別の感じにもなる。学生時代から定年退官までの約40年を東大100年の歴史とくらべると，百分の40，およそ2/5になる。地震研究所に在職した期間は32年，研究所創立20年の式典から50周年をすぎてなお在職し，おなじ計算をすれば，およそ3/5，地震学会結成100年のうち33年は会員として加入しているから1/3，地学協会は参加したのがおそく，およそ1/5が，その100年の協会の歴史に占める，私の関係した期間になる。社会の動きも学術の進歩の度合いも最近は速くなったことを考えると，100年という年月のなかに，私自身の関係した部分は，時間的には，決して negligible small な量ではなくなってしまったということになる。そこで，自己が経験した事柄だけに限って，その歴史を述べる

ことも許されるのではないかという気持になる。与えられた課題についても，できる限り，私自身の体験したことを通じて私見を申し述べるつもりである。地震研究所については，私しか知らないといったことが，ずいぶん多くなってしまったように感じられる。

さらに，いまひとつ，これからの私の講演の内容を規定することになった個人的経緯，いきさつを申し上げておこう。

はじめ佐藤光之助理事から記念行事についての内意を承わったときには，本日のような改まった形で講演をするつもりではなく，地質調査所長として，多勢の地質学専門家の中にあられた地球物理学者の佐藤理事と，地震研究所にあって，多くの地球物理学者を眺め暮した，地質学科出身の私と，互いに対蹠的立場から，地学現象を扱かうときの地球物理家と地質家の差異といったものをお話ししてみたいと思ったことだった。それが，公開講演会で，各人がそれぞれの分担課題について各個に講演をするという固くるしい形になってしまったが，自然災害についても，私は，あくまで，地質学の立場から見たことを述べるという初心を捨てないつもりである。

私が地学協会の仕事に関与するようになって間もなく，編集委員会で，地理学専攻の皆様と接する機会を持ったのを多として，「地理という学問の本質はどこにあるのですか？」という無躾な質問を発した。即座に「自然と人間とのつながりでしょう」と居合せられた，当時の編集委員のひとりだった保柳副会長の答が戻ってきた。アイスランドにソラリンソン博士を訪ね，低温というきびしい自然条件に対決しているアイスランドの人々の生活を見て戻って間もなかった頃でもあったし，また高校（旧制）受験にあたって文科か理科かと選択に迷い，理科に進んだのちも割り切れず，大学進学にあたって，文科と理科の中間の学問という意味で地理学科を選ぼうかと考えたことのある私に，この答えは，きわめて印象的であった。災害は人間生活に対してのことであるから自然災害は，まさしく人間と自然のつながりであり，地理学の恰好な命題であると思われる。自然災害については，昭和34年９月26日の伊勢湾台風のあと，当時福井大学長だった長谷川万吉教授が主唱して研究グループが結成され，私も，思わぬきっかけから，先頃まで10年間その運営に加わった。その研究班が20年にわたって議論をした結果があるので，それを引用して説明する。

II. 自然災害

前述の研究班は，現在では，文部省科学研究費補助金による「自然災害特別研究」に発展しているが，その概要を述べた最近の刊行物のはじめに，自然災害とは，“異常な自然現象が誘因となって地域社会の人間生活環境に多大な損害や危害を与える事象”と定義され，“加害素因”は自然現象であるが，“被災素因”は，“人間生活環境”であり，“自然災害は，異常な自然現象と人間生活環境との接触面”で発生すると書かれている[1]。

災害という限り，人間にとって被害と受け取られることを指し，人間生活がそこになければ，自然がいかに猛威をふるおうとも，災害にはなり得ない。自然災害こそ，まさしく自然と人間の対決したかかわりあいである。ただここで，“異常な自然現象”と書かれている点については，人間が勝手につけた形容詞であって，自然そのものにとっては異常ではなく，正常な活動のうちに含まれるのかも知れない。人間の観察した自然現象の変動の幅，もっと一般にいえば，range が，平均をすこし越えたばあい，人間の感覚にいつもとはちがって感じられるから異常と呼んでいるに過ぎないだけのこと。人間の環境適応性が増して，耐えられる許容範囲がひろがってしまえば，変動の幅が平均を越えても災害にはならない。

自然災害には，いろいろな事象があるが，やはり，おなじ研究グループによる分類に従って並べてみると，(1) 異常気象，(2) 雪氷災害，(3) 強風災害，(4) 河川災害，(5) 海洋沿岸災害，(6) 地盤災害，(7) 地震動災害，(8) 地震予知，(9) 噴火予知，(10) 農業災害に大別される。この分類は，誘因となる自然現象の種類や災害発生の場所などによって，理論的に区別したものではなく，研究グループ結成にあ

たってアンケート調査をした，大学研究機関における災害研究者の研究テーマの分布をそのまま分類した，きわめて現実的なもので，逆にこの分類から，わが国における自然災害の特徴や研究の状況を知ることができる。限られた面積の国土に，これだけ多くの種類の自然災害のあることは，日本の自然条件を逆に説明していることにもなり，地震予知・噴火予知という分類は，地震や噴火については災害の一般的研究より一歩進んだ，予知の問題がおもな研究テーマになっている実情を示している。農業災害だけが，別枠になっている点も日本社会に根強く残る農本主義が研究のうえにも現れていて興味深い。対象は自然現象であっても，研究するのが人間であるから，その属する社会の影響が研究分野にも及んでいる。災害の場合は，自然災害であっても，社会条件にいちじるしく左右される。前述の刊行物にも，自然災害は，“人間生活環境の変化に伴ってその様相と激甚の度合が変る”と明記され，“国土の開発や社会環境の変遷と拡大に伴い，時代の推移につれて，自然災害の様相が変貌し，複雑化するとともに，災害発生の潜在的危険性がますます増加する傾向をたどっている”と日本の現状について触れている。私も，昭和47年度から3年間，「急激な都市化に伴なう災害ポテンシァルの変遷過程の研究」と題する自然災害特別研究による計画研究を主催したことがある[2]。自然災害の誘因となる自然現象の起りかたに，さしたる変化はなくとも，人口が増大移動し，人類の生活活動が多様化し，その生存領域が拡大するため，科学技術の進歩に見合う防災技術の進歩はあっても，災害は増大の傾向にある。恰も医学は発達しても病気の種類は増えるといった状況に似ている。地学の普及解説には，医学を例にとると都合のよい場合が多いが，上述した異常な自然現象も，人間の側では，地球の“病理現象”と診断した病状も，地球自体にとっては，“生理現象”にすぎないかも知れないのである。災害は，むしろ，人間社会の“病気”というべきであろう。災害の増大は，人類社会の健康管理の欠陥と見做したほうが正鵠を得ているのではないか。

人間の生活領域は，水平方向にも，垂直方向にも拡大してはいるが，全地球的に大観すれば，地球の表面とみなされる。自然災害の誘因には，いろいろあっても，災害の発生は，この地球表面に集中していると見て差しつかえない。従って，この地球表面を一応の基準にとって，自然災害を，その誘因となる自然現象が，この表面より上方で発生するか，または，下方で発生するかによって，2種類に大別してみる。上述の10種類に専門分野を細別するまえ，おなじ研究グループは，発足の次の年度から，研究班の組織を，(1) 風・水に伴う災害と(2) 地変（地辷り・火山・地震・地盤沈下等）に伴う災害について，それぞれ総合的に研究する2班に分けていた。今日的表現をすれば，solid earth に関連する災害と soft earth に関連する災害とに分類していたことになる。この両者では，調査研究の technique が，多くの点ではっきり違っているから，きわめて合理的な分けかたといえる。災害の発生が集中する生活面としての地球表面を基準にするばあい，海難や海洋沿岸災害のおもな舞台となる海面も，地球表面に含まれることになるが，研究調査方法の違い，媒質（海水）の物理的性質を考慮して，便宜上，海象災害を地表面から上方で起る災害のほうに含めることにする。災害の誘因となる自然現象の起点が，気圏・水圏にある災害，つまり soft earth に起源のある災害と，岩圏に，つまり solid earth に関連した災害とに自然災害を分類し，両者を比較しながら，講演の課題である「地殻と自然災害」の本論に入ることにする。

III. 地殻と自然災害

誘因となる自然現象，“加害素因”としての自然現象の多発点が，地殻外部にあろうと内部にあろうと，地殻に関連した自然災害は，陸棲動物である人間の生活面，つまり地上に発生するから，一般に，日本語では，地変，英語では，earth changes または surface changes と呼ばれる。その代表的な地崩れ・地辷りなどの地変は，気象現象の台風や集中豪雨によっても，原因を地球内部に持つ地震によっても引き起こされる。その誘因がなんであろうと，地変には，soft earth での現象とはちがって，地殻構成物質である岩石，その風化生成物の土が関与してくる。反応系や運動系の中に，不均質な固体である岩石や土壌が含まれると，観測技術・調査方法が複雑困難になる。気体としての大気圏，液体としての水圏，固体とし

ての岩圏と，災害の誘因となる自然現象発生場所の媒質・媒体が単一であれば簡単であるが，災害発生の誘因の多くは，気圏・水圏・岩圏の境界もしくは境界に近く，3圏の構成物質が混在するところで起こる。大きく眺めれば，太陽から輻射熱そのほかのエネルギーの供給を受け，それ自身も内部に温度勾配を保有し，高速で公転・自転する地球の外側部にあたる岩石圏，さらにその外側を取り巻く水圏と気圏，その3圏が相互に物質を循環移動させている。こうしたところで行われている現象が，自然災害の誘因となり得るが，いかに現象そのものが烈しく行われても，起こる場所が一定し，状況の時間的変化が定常的であれば，災害は発生しない。状況変化の程度が，人間生活の耐え得る限界を越えてはじめて災害となる。当然，その災害は，人類の棲息面すなわち地表に集中する。このとき，現象に関係する媒質が，空気や水である場合は，複雑な自然現象であっても，調査・観測の technique は，比較的容易であるといえる。気体は容易に拡散して均質になり，水は容易に多くの物質を溶かし込んで，これまた，均質な溶液をつくる化学的特性を持っている。これにくらべて，固体どうしを混合して，どの部分をとり出しても，おなじ組成の混合物であるように，均質な混合物をつくるためには，まず混合すべき固体の粒度を揃えて攪拌をくりかえす仕事が必要である。均質な組成の混合物をつくるというだけでも，水の場合と，固体どうしの場合とでは，ひじょうに難易の差がある。固体の場合には，気体や液体の場合にくらべて取り扱いが面倒なことを示すために挙げた一例である。

災害は，人間生活との関連において，はじめて発生する。人間のおもな生活圏が陸上であるから，固体である地殻の表面に災害が集中し，豪雨に基因した洪水，暴風による高潮，沿岸流による海岸侵食など，いずれも地殻表面の岩石・土砂・構築物などを巻き込むことにより，その被害を増大する。気圏及び水圏内での現象それ自体は，流体として数理的に取り扱かいやすくても，地表の物質が混入するにつれ，現象が複雑化し，かんたんには取り扱えぬようになる。岩石や土砂が主要な役割りを演ずるようになれば，なおさらのこと，調査研究の方法も，かわってくる。災害に関係する地域は，固定縮少するが，現象の進行過程とくに，その時間的経過が不規則・不連続になり，災害の発生から終結までの期間も不定，長期化することもある。観測によって得られる情報が，より不確実になるのが普通である。これが気象現象であれば，地理的位置や地形に左右されるとはいっても，広域にわたって一連の物理現象として，これを把握することができるから，力学・熱力学といった物理法則の適用が容易で，気温・気圧・湿度・風向・風速などの物理量の時間的変化を示す数式が与えられれば，各地点でのこれらの量を測定することによって数値予報すら可能になる。海流についても，おなじような物理学的扱かいができるであろうが，陸地に接近した沿岸流や津波の挙動は，沿岸の地形・地質に制約され，陸水ともなれば，さらに地表の局地的条件に支配される。陸地，つまり地殻の関与する程度が強くなれば，地域の地形・地質による影響が大きくなり，災害発生の地域的特色が顕著になって，一様一律の対応が困難になる。地殻に関連した災害の持つ複雑な性質は，地殻を構成する地層・岩石の不均一性に基因している。この不均一性に正確に対応した処理ができれば，災害対策は理想的であるが，実際問題としては，便宜的に適当なひろがりを決めて，その平均組成をもって代表させ，物理的性質を測定し，その値に基いて対応措置をすることになる。この適当な“ひろがり”を決めるのが地質家の役目ではないだろうか，あくまでも岩石・地層の組成・分布に対応させて決めることが望ましい。こうした配慮なしに，平均的にとらえた物理的性質にもとづいての措置では，岩石や地層の不均質性が外力を選択的に受けて崩壊の糸口になる例が地変には圧倒的に多い。いかに，岩盤力学・土質力学が発達し，測定技術が進歩しても，得られた測定値で代表し得る空間的ひろがりを決めるには，地質学的判断を必要とする。地殻に関連した自然災害の軽減及び防止における地質学の役割は，こうしたところにある。以上は，起承転結が追跡できる surface changes についての一般論であるが，その原因が，表面では観察のできない地球内部にある地変，すなわち地震や火山噴火については，どうであろうか。両者のうち，火山現象は噴出時に大気中または海水中に放散して姿をとどめない部分もあるが，噴出物は，固形物質として地表に堆積し，火山体を形成するのが普通である。地球内部物質が地表に噴出し

たものとして，具体的に私たちはとらえることができる。この火山現象にくらべて，地震現象は，土地や建造物の振動として観測でき，ときには，破壊という結果を地表に残すことはあっても，実在する物質として捕えることはできない。通り魔的な，体験的には瞬時の現象としてしか観察できない。傷跡を地表に残すことはあっても，その本体をつかまえておくことができない。おなじく地球内部に由来する現象であっても，両者は性質が根本的に違い，したがって，研究方法も異なる。物質の組成を化学的に調べることが，火山の場合には，その本質に通ずることになっても，地震の場合には適用できない。地質学教室から急に地震研究所に移った私は，地質学や岩石学がそのまま応用できる火山の研究に，まずとりついた。丁度，地震研究所に研究室を頂戴して２カ月たった，昭和21月３月11日に桜島の南岳の東側中腹で噴火が始ったこともあって，その調査に赴いた。地震のほうは，その年の12月21日に起きた南海道大地震が初舞台となったが，地質学と地震とをどう結びつけるかに，人知れぬ苦心をした思い出がある。それというのも，当時の研究所における地震に対する研究態度が私には異様にすら感じられたためであった。

IV．沈黙から饒舌へ

私が理学部地質学教室の疎開先から地震研究所に移った昭和21年当時，月例の談話会に出席して奇異に感じたことは，研究発表の内容は，地震計その他計測器の考案改良，観測結果の報告，地震波の数学的取り扱いなどがおもで，地震がどうしておこるのかといった，地震の nature についての話が，まったくといってよいくらいなかったことであった。初動の押し引き分布にもとづいた発震機構の研究など，地震の原因についての論議は，戦前に，ひととおり出つくしてしまっていたのか，地震とはなんぞやといった大議論は，退官した老大家のすること，現役の研究者は，より着実な data を得ることに専心すべきだという空気が強く，地震の原因とか予知とかいったことは，むしろ禁句ですらあった。地震に関した研究発表に対する批判討論はきびしく，教授たちの容認を得られなかった研究もすくなくなかった。「地震波速度の時間的変化」と題して，なん回にもわたって発表された研究も，その多くのなかの一例だった。戦争こそ終ったものの，海外との学術上の連絡はまだ途絶えたままだったから，この仕事は，まったく日本人研究者が日本の地震について観測された資料を解析して，独自に導いた結果であった。しかし，観測誤差の範囲を越えた変化とは認められないとして，ついに承認されなかった。若い研究者が新知見として報告した発表に対して，それは以前だれだれが発表した結果と，どこが異っているのか？といった鋭い質問が列席者から撥ね返ってくることが多く，専門家とは，物知りではなく，その専攻分野に関して，なにが既知であり，どこまでが未知であるかを，つねにわきまえていなければならぬという訓練の場であった。専門家とは“知らないということを知っている人間である”という教訓を，私は教えられたと思う。「地震波速度の時間的変化」は，それから４分の１世紀たった，60年代の終りから70年代の始めにかけて，米ソの研究者により，地震予知の研究に関連して脚光を浴びることになる。シルクロード沿いのソ連ガルム地区で起きた地震の先行現象として，地震波速度の時間的変化――Ｐ波とＳ波の速度比の時間的変化が，ソ連の研究者によって報告されると，おなじような現象を米国の研究者が追試確認し，さらに，この現象を説明するモデルとして，日本では SCHOLZ 理論として喧伝された非弾性膨張 dilatancy モデルを提唱，地震予知可能との期待を大にした。折しも日本では，松代群発地震(1965～1966)の調査観測の経験に基づき，地震予知計画に対する国費の支出が決まって発足したばかりのところに学園紛争・研究所紛争と研究が停滞する事態が発生していた（1970～1974）頃でもあったので，この理論の提唱には，切歯扼腕した地震学者も少なくはなかった。しかし，その後の精密な観測によって，この速度変化は確実性に乏しいという反省がなされ，非弾性膨張モデルについても，すべての地震について万能ではないことになった。学術研究とは互いに批判検討しながら多くの学説が提唱されたり否定されたりして行くうちに，すこしづつ既知の領域がひろがって行く歴史を，ここ30年ほどの間に眺めることができたと，私自身興味深い経験だと思っている。

近代地震学は，明治初年に来日した外人教師たちが，地震による地面の振動を，地震計を考案して正確に測定記録しようとしたことから，日本で始まったといっても過言ではない，昭和55年は，明治13年2月22日の横浜の強震を契機に，工部大学校で地質鉱物・鉱山学を教えていた外人教師，スコットランド出身のジョン・ミルンの主唱によって地震学会が結成されて，満百年になる。もっとも，この地震学会は，明治25年に解散しているから，現在の日本地震学会とは連続していない。主唱者のミルンは，もともと地質鉱物学・採鉱学を勉強した人で，日本へ来るにも海路をとらず，シルクロードを探検しつつ来日し，滞日中にも北海道・千島の探検旅行を精力的に行った自然研究者である。英国流地質学の特徴は，自然観察を積み上げげて学問大系を作り上げるやりかたで，既製の学説を用いて自然を説明しようとはしない。こういう学風は，長い年月をかけて着実に産み出されたもの，地震や台風に驚かされることのない風土のなかで自然にはぐくまれたものという印象を，私自身英国留学中に強く受けた。ミルン博士の主導で，日本で始められた近代地震学は，そのご，震災予防調査会，地震研究所と，研究の主体に変遷はあっても，学風の基調は不変で，一貫して日本で起こった地震調査観測から出発した研究がおもで，輸入の学説で仕事をすることは不得手ではなかったのかと私には想像される。遠地の地震を観測して，地震波の伝播や地球の構造を扱った地震学は，ミルン博士が帰国した1895年前後から，欧州で急速に発展した。日本では，大森公式にしても，震源決定にさし迫られて産まれたような感じを受ける。欧州では遠方の地震を冷静に観察して理屈を考えているように見える。研究者を取りまく自然環境が，かれらの研究の上にも影響しているように思われてならない。地震研究所で私が寺田寅彦先生門下の地震学者から受けた印象では，いつも身近かに起きている自然現象を注意深く見つめて，その物理学的説明を考えているようだった。地震の原因については，熱エネルギィから運動のエネルギィへの変換過程，地殻におけるエネルギィ畜積の容積といった抽象的な考察が行われ，その発言は神経質過ぎるほど慎重であったように見受けられた。明治以来の豊富な測量資料を使っての地殻変動の研究成果を集大成して，1962年世界に先き馳けて発表された，地震予知研究計画に関する提案[3]でも，よく読んでみると，きわめて控え目で慎重な表現で書かれている。1940年の後半から60年代のはじめにかけて，私が身近かに接した日本の地震学者の，地震の原因や予知に関する発言は，ひじょうに慎重，沈黙寡言であった。1961年11月14日，今日のプレート・テクトニックスのはしりともいうべき，Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor の Nature 誌(1961)の別刷を手に，著者の DIETZ, R. S. 博士が，地震研究所で話をしたときにも，日本の地震学者はさしたる反応を示さなかった。この学説は，50年代にはいり，米ソ超大国の冷戦の産物として，国防上の目的で始められた，地下核爆発探知を目的とした地震観測網の整備，核廃棄物処理のための海底調査が全地球的に実施された結果，自然地震の分布及び海底地形その他，海洋底の地球物理学的資料が大量に得られ，それらを綜合的に解釈したことから産み出された仮説である。当時わが国力は，月面調査に代表された宇宙科学と同じように，全地球的調査についても研究手段を持ち得なかったから，この説の誕生には，日本の研究者は関係していない。輸入学説としてのプレート・テクトニックスが，日本で流行し始めたのは，60年代後半になってから，それからの爆発的な流行は，学界におけるよりも，マスコミ界において著しい。地震予知が控えめな「研究計画」から“実施計画”に衣替えした時期とも重なって，日本の地震学者は，急に饒舌になった。

V. 地震の定性——地震の地質学

一般に，未知の物質を調べるには，まず定性をしてから定量をする。定量分析が定性分析に先行するのは逆である。前章でも触れておいたが，ここ34年間，私が身近かに接した，日本での地震学の変わりかたから受ける印象では，日本での地震研究は，ほかの自然科学とは逆に，定性の進むまえに定量化が先行してしまったように感じられる。その本性がなにであるかが判然としないままに，振動としての定量化が進み，計測による観察と，その結果の数理的解析が主流であった。地震の本性についての論議が開かれず，

地震波の数値計算が盛んに行われていた雰囲気が，私にこうした印象を与えたのかも知れないが，地震の啓蒙運動が普及し，規模とか震度とかいった数値が人口に膾炙している現状を見ると，なおさら，おなじ感じを受ける。宇宙空間での事象は，距離的には離れていても，観測装置を，現象の起こっているところに運んで，情報を直接受けることができるのに，地震については，地下数粁に震源があっても，そこに計器を運び入れることができない。地表での振動その他の surface manifestation を観測して間接的情報に満足しているほかないのが実情である。振動という物理現象としては正確に捕えることができても，具体的にどこでなにが起こったかを直接確かめることが困難であるために，こういう状況に私達は置かれてきた。

地質学者としては，地震を抽象的な振動論として扱かうのではなく，地球内の具体的な事象として把握したい。そのためには，ひとつひとつの地震を identify することが先決である。そのためには，地震の起こった場所と時刻，このふたつを手掛りとすることによって地震を現在の地質現象として扱かうことができる。昭和25年頃だったろうか，関東地方の重力異常分布，地質構造などの資料を持ち寄って，地球物理・地質の関係者が討論会をした時に，最後に所感を求められた矢部長克先生が，細かく時代別した古地理図を作成する努力をしてみよと言われた。時代とともに海陸の分布が，どのように変遷して来たかということがわかれば，関東地方が最近の地質時代に，どういう上昇下降運動をするかという傾向が出てくる。それが，地球物理学的な資料とどう結びつくかということを考えようという意味の提言として，私にはひじょうに興味深く感じられた。ほかの講演の内容は忘れてしまったが，先生のこのときのお話だけは，まだ耳底に残っている。それというのも，南海道大地震による西南日本の地殻変動を，地質構造と関連させて検討していた私は，既製の古い地質時代の地質構造と，現在の地殻変動とは直接に結びつかない。過去の大きな地質構造は，人体の背骨のように，運動に一定の制限を与えるが，細部の地質構造は，過去の運動の結果として残ってはいても現在の地殻変動とは無関係である。地震も，測量によって検出された地殻変動も，重力異常分布も，地質図に示された古期岩層の構造には直接関係なく，地下のある深さに想定されるモホ面のような，重力異常に影響を与えている地下の物質分布の場所で“黒幕的”な動きがあり，その“黒幕”に左右されて行われている現在の動きであると苦しい解釈をしていた。今日的表現をすれば上部マントルの動きによって支配されていると書いたであろう。ただ当時の震源決定の精度では，震央分布図を，誤差を含めて作成しようとすると，現在のように小さい点として記入できなかったので，よけいに地質図との関係がつかめなかったと思われる，地震の震源分布・重力異常・地殻変動の傾向，これらは，現在の地表の relief つまり地形を形成する傾向の地下の運動——それを黒幕と表現しておいた——に支配されているというのが私の結論である。談話会で発表したら「定年退官してからにしろ！」と袋叩きに会うことは必定であったので，ひそかに中央公論社の「自然」という雑誌にさり気なく活字として残しただけで[4]，堂々と発表する勇気はなかった。当時そのような大議論が許されたのは，月例談話会で必ず長広舌を振われた長岡半太郎先生に限られていた。

地震予知5カ年計画が実施されて，各大学に付設の微小地震観測網整備で震源決定精度が格段に向上し，地震活動と地質構造が綺麗に結ばれている観測結果が珍らしくない。震源分布を年別に記入した地図が何枚も作成されれば，それは地震についての“古地理図”ということができる。こうすることによって，ひとつひとつの地震が戸籍に登録されて，identify できることになる，松代地震は群発地震が2年間も続いた。私は地震のひとつひとつに，観測された順序に番号をつけてくれるよう萩原尊礼教授にお願いした。そうすれば，震央における地下の岩石の破壊状況を追跡できると思ったからである。残念ながら，15年まえの技術では，そこまではできないとのことで諦めるほかなかった。いまなら可能であろうにと残念に思っている。このときは，震央地域の中心，皆神山という10万年か20万年まえかの熔岩円頂丘の単一火山の北東側に近い所に，北西一南東方向の左横ずれの潜在地震断層が生じ，北東一西南方向の右横ずれの共軛断層をも伴っていたと推定されるが，この共軛断層のほうは，皆神山の固い石英安山岩に邪魔され

たのか，はっきりしてなかった。そのため付近の地表の沖積層の畑地に雁行した地割れ群を生じた。この割れ目の動きを，地割れ発生の初期から測定していた。割れ目が全部開口性であれば，火山性の物質が地表に近づいてくる前触れだろうし，割れ目の動きが横ずれなら，地震断層のせいだろうと，見当をつけるために始めた観測だった。皆神山の年代も思っていた通り古く，地割れの動きは，開口よりも横ずれが勝っていたので，群発地震は，火山性ではなく，構造性のものと判断できた。こういうふうに監視をつづけていたところ，地割れ群の一部が，皆神山から北東に当る反対側の山の斜面に接した付近の山腹斜面に，典型的な地辷りの谷頭に出来る地割れが発生しているのを事前に発見した。その動く速さを測量から割り出し，予想される被災地の範囲を予測して，地元の役場に知らせた。私と，私の研究班の人たちが予知したのは，潜在地震断層の運動によって惹き起された地表現象としての地辷りであって[5]，けっして地震を予知したのでないことを，ここで明記しておく。地下数粁で行われている断層運動に伴った地震群，そのため地表にも，この動きを反映した諸種の地変を生じている。それでも，その地震活動がどうなって行くか予告はできなかった。地震活動の経過を詳しく追跡したに止った。とくに，私たちが心配したのは，群発地震地域と隣接する長野市の付近で，単発の大地震が起こりはしないかという，ひそかな“期待？”だった。伊東の群発地震と伊豆地震の例を経験しているからである。現在，伊豆半島沖地震以来，精密な地震観測その他各種地球物理的観測を実施しているのも，この過去の経験を基にして監視しているのである。いまの地震観測網は，地質構造をトレースしているかのような震央分布図を与えてくれる。こういう地表に近く起こる地震でも，追跡は詳細にできても予知は，なかなかできにくい。伊豆には，多くの第四紀層を切っている断層もあり，それらの方向と，地震活動の動きとむすびつけられそうである。新しい地質時代の地質構造と，そこで起っている地震であるから両者を結びつけて考えられる。松代の地震断層は，既存の断層に沿って生じたのではなく，断層のなかったところに新らしく出来たもの，したがって，実験室での岩石破壊をそのまま自然が見せてくれたかたちになり，岩石破壊実験から割り出された，非弾性膨張モデルとよく合ったのである。あの地震でももう数粁も深い所で行われていたら，よくわからなかったかも知れない。地質学の立場からは，地質と地形から，震域が地質時代から現在まで，どういう傾向の動きをつづけてきたかを調べ，それを将来に外挿して，地震が地質現象のどのような位置を占めているのかの見当をつけること，換言すれば，地震をあくまで現在の地質活動として定性することが仕事のひとつと考えられる。それで，私は立場上地震調査に責任を持つようになってから，地震の地質学的背景という題目で報告を書くことにした。古地理図を重ねて，現在の地図から未来の地図へとの方向を見当づけるのである。先に述べた全地球的に明らかにされた地球の海洋底をも含めた大地形に，巨大地震を時代別に記入して行ったのは，茂木清夫教授の研究の基礎になっている[6]。無意識のうちに，地震の古地理図を作成していたものと高く評価している。令兄の昭夫博士は，海底地形図を作成されていることと併せて，兄弟で地震の定性をしているように私には見える。同じ時代に，一斉にまた引き続いて大地震が起きていることが事実として判明すると，それらの起こった地域，また地域の間に，なんらかの出来事があったのだろうと推測する。講演のはじめに行った100年記念行事が続いていることについての解釈とおなじ思考である。地震は社会現象でないから，解釈の手掛りとなるのは，岩石の破壊実験についての知識である。しかし，なにも既存の構造のない“さら地”に起こるのでないから，地質構造にどうしても拘束される。巨大地震なら大構造に，群小の地震なら局地的な構造に支配される。その“ひろがり”の見当をつけるのは，地質家の役割りだと私は考えている。岩石を破壊させるに至った原因の地学現象については，はっきりと判断できる場合もできぬ場合もある。この推定もやはり地質家が関与する領域であろう。しかし，自然は複雑である。謙虚に観察を続けて行きたいと思う。

VI. 後　記

私の本日の講演では，あまりにも私自身の個人的なことを多く述べてしまったきらいがある。そのこと

について，とくに申し上げたいことは，昨今の情報過剰の時代において，地震予知に関しての，音声・映像・活字あらゆるマスメディヤを通じての情報の伝播は，とくにいちじるしく，情報伝達過程でのゆがみが烈しく，情報公害という言葉まで叫ばれ始めている。プレートテクトニックスの理論が生れるまでの過程は，全地球的な地球物理学的資料の綜合解析した見事なまでの学説の提唱であったが，その結果として発表されたモデルは，きわめて簡単なもので，だれにも容易に理解され，ジャーナリズムの受け入れるところとなり，またたくまに社会一般に普及を見た。研究者以外の人にも書いたり論じたりすることが容易であるので，やたらにプレート理論を振りまわすインスタント“地震学者”が巷間に増えた。活字人口世界一のわが国の出版界に迎えられて量産された地学の解説普及書にも，地震や噴火の現場にいちども訪れたことのない著者によって生々しい報告が書かれ，専攻したことのない分野の問題について誤解された紹介がなされている例がすくなくない。こうした風潮に対して，私にできることといえば，自分が実際に直接体験したことによってのみ発表し，ひとの資料を使わない，引用する場合も，自分が深く関与した事項に限定するといった制限を自分自身に課して，情報源をできるだけ少なくすることに努めるしかない。情報の量を少なくして質の向上に努める，一種の抵抗運動なのである。自分の目で見，足で踏み，直接耳で聞いた情報に限定して発表する，講演や講義のように，専門の仕事にまだ入っていない人を対象とする場合の言動には，とくに注意をしている。それでも，原因となる自然現象が，地殻内部にある地震について，一般の理解を得るには多くの困難が残されている。物理学や化学・数学といった精密科学と呼ばれるものよりも，地球といった漠然とした大きな存在を対象にした地学の研究には，way of thinking における，一層の厳格さが要求されるのではないだろうか，恩師の坪井誠太郎会長は，よくこのことを学生に説かれた。また，教室員の研究発表には，文章の一字一句にまでも，きびしく注意された。戦後の外見的民主主義は研究機関からの刊行物に，referee のない推敲の足りない論文や報告の掲載を許すようになった。まして商業出版物にあっては，解説書ほど，学術論文以上に正確な表現が必要なことなど考えてもみないものが多い。情報公害はますます増えこそすれ，減らないのが実情であろう。残念なことである。

おわりに，講演の内容とこの文章とがちがっていると感じられる読者がおられるかも知れないが，それは私は講演の際に，聴衆の様子を見て，用意した腹案を変更することにしているためである。本篇はその腹案に忠実に書いたつもりである。公開講演会と言いながら，聴いておられたかたが，ほとんど存じ上げている地学の専門の，それも先輩のかたが多かったから，解説的なことは省略して話したせいである。また，ペルー地震の調査と引き続いての研究所紛争で害ねた健康は遂に恢復せず，54年6月以来，膵炎再発に悩まされたため，記念事業の実施に当られた地学協会役員，とくに講演会を計画され講師選定にあたり連絡下さった，佐藤光之助理事及び前島郁雄編集委員長には，とくにお手数を煩わした，ここに深くお詫び申し上げその御好意に感謝する次第である。

1) 災害科学総合研究班「自然災害特別研究の現状と動向」学術月報，第30巻，第8号，558-587頁 (1977). “　” で囲んだ文章及び述語は，この文献より原文のまま引用したもの。
2) 森本良平ほか，「急激な都市化に伴なう災害ポテンシャルの変遷過程の研究」，自然災害特別研究成果 No. A-50-5,（1975年5月）.
3) Earthquake Prediction Research Group, "Prediction of Earthquake····Progress to Date and Plans for Further Development", Compiled by Chuji TSUBOI, Kiyoo WADATI & Takahiro HAGIWARA, January 1962.
4) 最近の火山地質学の諸問題，自然通巻81号（1953年1月）ほか.
5) MORIMOTO, R., et al. "Landslides in the apicentral area of the Matsushiro earthquake swarm····Their relation to the earthquake fault." Bull. Earthq. Res. Inst., 45 (1967), 241-263
6) 個人的談話による.

地学雑誌 89, 1 (1980)

最近の地震災害の特色

中野尊正*

Recent Characteristics of Earthquake Disasters

Takamasa NAKANO

I まえがき——従来の研究成果の要約——

本稿は，東京地学協会100周年記念公開講演の内容を中心に，その前後，約1カ月の間におこなった他の集会での5回の公開講演の内容を整理し，総合報告としてまとめたものである。

GILBERT, F. WHITE らの最近の集中的な災害研究の業績[1]は次の5点に要約できる。

(a) 災害の予知，予測，予報，警報についての科学技術的研究の向上，推進だけでは，被害軽減の目的を達成することはできないであろう。予警報システムが整備されていくべきことは論をまたないが，重要なことは，それがタイムリーに市民社会のなかで機能することである。

(b) この点に関して，予知情報，予警報などの受け手としての住民の対応の如何が明らかにされていく必要がある。この分野の研究はこれまでのところ遅れが目立つ。

(c) 耐震建築，雲への種まきなど，2～3の科学技術的制御のみにたよって被害軽減をはかるのは，片手落ちである。技術的制御の水準は，時代とともに変わるし，また，技術的制御を盲信することによる住民の安心感によって，被害が巨大化する可能性もある。

(d) 環境の質を向上させ，災害時にクッションの役割を果しうるオープンスペースの重要性に注目すべきである。このためには，土地利用の管理について，調査研究を推進し，管理を有効ならしめる方策の確立がのぞまれる。土地所有との関係から，企業や住民の抵抗は大きいが，制度面からの研究を含めて，強化すべきである。

(e) 発生の頻度の高い災害や災害規模に対応すべきことは論をまたないが，まれにしか発生しない災害規模についても対応を考えておくことが必要である。(巨大都市の巨大な地震災害について考えるのは後者の例ということができる。)

以上の5点に加えるべき日本的特色があるとすれば，これまで筆者がのべてきたことを要約[2]して，次の3点をあげたい。

(1) 災害は同じ地域でくりかえし発生する，いわば歴史性がある。日本では，古くから歴史的資料が残されているので，それらを用いて，災害の一般的特色，歴史的特色，地域的特色を体系的に整理する可能性がある。地震時の大火，津波による被害の重大さが指摘され，いまも重点対策のなかにあげられるのは，歴史的事実にもとずいている。この点に注目した研究は，これまで必らずしも，組織的におこなわれているとはいえない。

(2) 人口数，人口密度，建物や産業施設の数と密度，用途地域の複雑な分布など，災害をうける地域の構造に，同じ規模の自然力が加わっても，被害が巨大化しやすい条件がある。また，土地所有も零細で，土地利用管理を実施しにくい。この点に注目して，被害軽減策を考える研究が欠如している。一定規模以上の自然現象の発生頻度に対する被害発生の頻度は相対的に高くなりやすいし，被害をうけた地域の変化のテンポが早いので，年次的には発生頻度が大となりやすく，また被害もエスカレートしやすくな

* 東京都立大学理学部地理学教室 Dept. Geography, Tokyo Metropolitan University.

る。

（3） せまい地域に，被害ポテンシアルが集積しているだけではない。台風時の強風，豪雨，出水，高潮による浸水，また地盤沈下による出水危険の増大，梅雨期の豪雨による出水，斜面崩壊，地震による建物の倒壊，斜面崩壊，出火・延焼危険の集積，都市の雪害や水ききんなど，さまざまな種類の災害がかさなりあって発生しやすいという特色をもっている。この点に注目した研究調査，対策の組合せが必要である。

この種の調査研究，対策の立策は，当然のこととして，地域の経年的変化と自然現象の年次的変化に目をむけておこなうべきである。この点が研究面から明らかになり，対策が立案されれば，地域の開発にともなう環境の質の変化にも，事前に注意が払われることになるであろう。

以上の諸点をふまえて，以下に地震災害の最近の特色に言及したい。

II 自然災害のなかの地震被害の特色

（1） 観測データの増加と被害の変化

自然現象の観測器械の改善，観測地点の増大などによって，自然災害の観測数はふえている。典型的な事例として知られるのは，トルネードである。報告されたトルネードの数は，1950年までの毎5年の数は1,000以下であるのに対して，1951年以降の毎5年の数は2,000～3,500と急激にふえている。トルネードによる死者数は，1930年代までは1,000人をこえるのが通常であったが，以降では1,000人以下となり，1956年以降の毎5年では500人以下となっている。

トルネードとならんで，観測データの増加によって被害に変化がみられるようになった顕著な例は，ハリケーンの場合である。1940年までは，毎10年ごとの死者数が1,000人以上であったのに対して，航空機による観測の導入いらい，1,000人以下となり，被害額はそれまでの5億ドル以下であったのに対して，以降では20億ドル，50億ドルと急激にふえている。

物的被害が増大する原因は，災害危険地域への人口，産業の進出，脆弱な施設の増大によるところが大きいといわれている。また，死者数が減少するのは，観測ネットワークが整備され，予報技術が向上しているためだと考えられている。しかし負傷者はふえており，死傷者合計は増大しているのは，物的被害の増大と同様の理由によるものと考えられる。強風，ハリケーン，地すべりなど15種の災害について検討した結果では，なだれ，地震，強風による物的被害，死者数ともに増大の傾向にある。洪水，ハリケーン，トルネードにみる被害の変化の特徴は，観測データをふやし，予警報システムを向上させれば，地震や強風，なだれの場合にも予測できるであろう。「死者数は減少し，負傷者はふえ，物的被害は巨大化する」という被害の変化は，予警報システムの改善，向上が期待する結果であろうか。死者数の減少は，避難・退避を可能ならしめる予警報システムの向上によっても期待できるし，物的施設の強化，危険地域への人口，産業の進出の規制によっても，期待できる。このあたりに，研究上，防災上の課題があるといえよう。

さて，地震災害では，どのような傾向が現実にみられるのであろうか。内外の事例について検討してみよう。

1） 唐山地震　1976年7月28日　M7.8

中国における地震予知の成功例として知られる海城地震（1975年2月4日M7.3）は，観測データの体系化，予報の成功例として，今後も引用されることが多いであろう。当時の予知技術は，決して水準の高いものではなかったが，予知・予報・防災（避難の意味であろう）を一貫させようとした点は高く評価できるといわれている[3]。増大する観測データを，被害とくに人命被害の軽減に結びつけうる可能性を示したことは，関係者を勇気づけたことはたしかである。

しかし，約1年半後に発生した唐山地震は，観測データの増大だけでは，人命被害を軽減できないことを示した例として注目される。唐山地震は，北京の東約120 km，天津の北東約80 km の距離にある唐山工

業地域で巨大な被害を発生した。被害は北京や天津においても発生したといわれる。1957年には人口80万に達しており，20年後の地震発生時には100万をこえていたと思われる。地震被害についての詳細は不明であるが，新聞報道によれば約60万の死者という。しかし最近の中国政府の公表した約40万人の死者とか，中国研究者の発表したという死者約24万2,000人，重傷者10万4,000人計約40万6,000人という被害が事実に近いものであろう。発生の時刻が午前3時42分という早朝であったことも，建物とその集合が形成する地域の地震に対する脆弱性，マグニチュード7.8，日本の気象庁震度階でⅦの地震では，物的被害が大きくなることはさけがたいこと，緊急退避がきわめて困難で，崩壊建物の瓦レキの下じきになって死傷者が多発したことが，死傷者約40万人の大被害になった原因であると考えられる。予知観測の体系が整備されていても，予知情報とそれに従う人々の対応がなければ，数10万人の死傷者が発生しうるという点も，上記の大被害の原因と合せて関心をもたざるをえない地震災害であった。

2) ルーマニア地震　1977年3月4日　M7.2

1977年3月4日21時22分すこし前，ブランシア地方に中心をもつ大地震によって，首都ブカレストをはじめ，大きな被害が発生した。1940年11月10日の大地震いらいのことである。震源の深さは90 km をこえる。ソ連のメドベデフ教授，西ドイツのフックス教授，米国のベルグ教授等の調査と筆者等の調査結果を総合すると，首都ブカレストにおける被害は，市内の建築研究所の地下室において SMAC-B 型強震計の記録――南北成分213ガル，東西成分173ガル，上下成分115ガル，卓越周期1.7秒，1.2秒――から判断される日本国内での被害にくらべて，はなはだしく大きく，彼我の被害発生のメカニズムのちがいに注目すべきことを示している。特徴的な事項を列挙すると下記のとおりである。

(a) 発震時の行動　動物の異常行動によって，異変を感じていた人はいたが，観測データにもとずく予知，震災に関するキャンペーンはないまま被災している。夜9時22分ごろのルーマニア人は，多くは夕食をすませ，くつろいでるか，テレビやラジオを楽しんでいるか，映画をみているか，シャワーを浴びるなどしていた。3交替制の職場では，夜勤組が作業していた。当然，火気や薬品を取扱う職場もあった。

日本人120名は，室内で落下物をよけて物かげに身をかくしたり，様子をうかがい，外にとび出した人はいなかった。ルーマニア人は，ほとんど100%，とっさにとび出している。宮城県沖地震時の仙台市民についての調査では，とっさにとび出した人が17.2%にすぎず，ルーマニア人は，とっさにとび出すことによって，被害をさけようとしていることが明らかである。

こういう傾向のあるルーマニアでは，地震予知によってあらかじめ情報が与えられれば，とび出すことにともなう死傷はいちじるしく減少すると考えることができる。また，震央地域が限定された狭い範囲にあるので，予知観測もしやすいであろうから，ルーマニアにおける今後の対応に注目したい。

(b) ビル震災　ルーマニア地震による被害の特色を一口でいえば，ビル被害，ビル被害にともなう人的物的被害といえる。ルーマニア当局の最終集計によれば，死者は1,570人，負傷者11,275人，全半壊家屋33,900戸，企業の被害763棟という。このうち，ブカレスト，クライオバ，トウルヌ・マグレレ，ジムニチア，ジウルジウの5都市について調査した結果は第1表のとおりである。死者については5都市で1,470人，負傷者8,755人であり，上記との差，つまり死者100人，負傷者2,520人，が5都市以外で発生したということになる。震央に近いガラチ，フォクシャニ，ファウレイ，プロイエシュテイ，ブラショフ，イアシなどの都市と上記5都市の被害差の大きさに注目すべきであろう。

1940年震災でもブカレストは被害をうけているが，その時の被害は上記5都市以外の，国の東部地域の都市で大被害をうけており，とりわけ，フオクシャニイは壊滅的被害をうけ，その後復興したといわれている。

地震動の強さそのものよりも，建物の強さに問題があったと考えねばならないであろう。ブカレスト(震央距離150 km) の中心部では約17%，新しい建物を含む全市で約5%の建物被害である。クライオバ(290 km) では，約20%，アドベ造建物の多いジムニチアでは約80%が被災建物といわれる。クライオバの被災

第1表　ルーマニア地震被害概況

都市名	人口 人	死者 人	負傷者人（病院収容）	全壊 戸	半壊 戸
ブカレスト	180万 (187万)	1,420 (0.08%)	7,500	22,000	
クライオバ	22.2万	40 (0.018%)	550	10	410 約20%が被害をうける
トウルス・マグレレ	4万	4	70	106	4,945
ジムニチア	1.5万	5	600	80%（全半壊）	
ジウルジウ	6万	1	35	35	600
その他		100	2,520	約 3,400	
合計	約600万*	1,570	11,275	33,900戸 （企業）763棟	

＊ 何らかの被害をうけた地域の推定人口。

建物には，レンガ造りが多いが，19世紀から20世紀前半に建てられた建物に大被害が出ている。これらレンガ造りの建物では，カベの頂部が崩落する形の被災が多く，レンガの破片で死傷した例が多い。ブカレストでは，崩壊したビルの瓦レキの下じきになって，一個所で100人，200人と死亡した例もあり，負傷者も多発している。パニックにより，階段部で折かさなって死亡した例は，クライオバの紡績工場での4人にすぎない。

こうした人的被害の発生状況をみると，地震予知体制が確立されていても，この国の建物の現状では，建物被害はさけられないことが明らかである。ブカレスト市内の北部にある木造農村建物（65棟），木造モニュメント（298棟）がほとんど被害をうけていないのと見比べて，一見立派にみえるビルの耐震性に問題がかくされていたことは重視さるべきである。

1906年のサンフランシスコ地震のあと，建築物の耐震化の考え方が展開していった[5]。1933年のライレイ法，1947年のブレイシング法，1956年の委員会基準，1962年の SEAOC，1971年の SEAOC と基準が高められたが，1974年現在で，サンフランシスコの建物の66%は耐震的でないし，1971年の基準適用の建物はきわめてすくないので，いわれているようなサンフランシスコ地震の再来があれば，当時の建物損壊率50%をこえる建物被害はさけられないであろう。これにともなう人的被害とくに死者率は，当時の0.2%をこえ，負傷者も多発するものと考えざるをえない。ここでも，人的被害をさけるためには予知情報が重要な意味をもつことになるが，物的被害はすくいようがなく，経済的被害が巨大化することはたしかである[1][5]。

地震による被害の軽減に寄与する観測データの増加，予知や警報システムの改善は，人的被害の軽減に寄与しうる点のあることは確かである。だが，物的被害を軽減するとはいえないことも，さきに示した風水害の例と合せて考えれば，明らかなことである。物的被害や人的被害が発生しやすい地域空間が形成されていくことに防災上の問題があり，この点を排除せず，予知情報をたよりすぎると，かえって巨大な被害を導く結果にもなろう。

3)　伊豆大島近海の地震　1978年1月14日　M7.0

1978年1月14日12時24分ごろ，伊豆大島の近海に発生したM 7.0 の地震は，地震災害の研究上からは注目に値するものであった[6]。

第1は，その当時，地震予知にかかわる観測がもっとも密に整備されていたのは，伊豆半島北部であった。伊豆半島沖地震，河津地震と相つぎ，地殻の異常変動も知られていたところから，これらの地震よりより北の地域での地震の発生をマークしていた形跡がある。

第２は，地震発生の大島西方の海域は，群発地震地域として，大地震の発生を考えにくい地域と考えられていたのではないかということである。

第３は，地域住民は，日常，地震動の強さを肌で感じており，体感的に，今度は一寸大きな地震が来そうだといったことを感じとっていたらしいことである。

第４は，温泉観光地として，上記の地震に加えて，水害によっても，客足が遠のき，温泉観光地のイメージをそこなうような情報を歓迎しない空気があったのではないかということである。

結果として，活断層が地表にも痕跡をのこすほど明瞭にあらわれ，研究者の目は活断層にむけられたが，何といっても注目すべきことは，第２表に示すように，人口１万人当り死者数7.4人，負傷者50.6人，火災を伴わないのに被災者１人当り 912万円の直接被害額をみたことである。死者の半数以上が地域外の人であったことは，この地域が温泉観光地であることに負うと考えられる。また，死者のほとんどが，土砂

第２表　東伊豆地域の地震被害（中林1978ほかより編集）

	東伊豆町＋河津町 （伊豆大島近海の地震1978）	酒田市 （酒田大火1976）
面積 km²	179.2	173.8
人口 人	27,092	95,890
世帯数 戸	7,613	49,870
被災世帯 戸	647	1,023
被災者 人	2,562	3,300
死者 人	20人（１万人当り 7.4人）	1
負傷者 人 （重傷者）	137 (25) （１万人当り50.6人）	1,003(10人)
直接被害額 百万円	23,359	40,500
被災者１人当り被害額 万円	912	1,224

の下じきとなって死亡していることは，この地域の地形，地質，そこに建設されたもろい道路の法面を考慮しなければ理解できない。また，自動車，バスがからんだ死者であったことは，今後の自動車対策を考えるうえでの貴重な教訓であった。温泉観光地の建物被害が，被災者１人当り被害金額をおしあげていることにも留意すべきであろう。温泉観光地では，震災後，旅行者が激減して，第三次被害ともいうべき影響を見事に示してくれた震災でもあった。

予知観測ないし通常の観測のネットワークがあっても，物的被害，それに伴う人的被害，社会経済的影響はさけられないこと，地域の社会経済的機能の変化にともなって，年次をことにする同じ程度の地震による被害の間に，被害のエスカレーションがありうることを示唆する震災として，伊豆半島沖地震，河津地震，東伊豆水害，場合によっては狩野川水害を含めて追跡調査が望ましい。

この震災は余震情報をめぐって一部に混乱があった。すでに多くの調査[7]があるので詳しく言及することは差しひかえたい。しかし，被害地域では大した混乱もなく，かえって地域外で，地域外の人々が情報をめぐって議論していることには，何か今までの調査にはかけている要因つまり地域外の機関や人々についての調査が欠けていることを示唆する。

4) 宮城県沖地震　1978年６月12日　M7.4

この地震（17時14分ごろ発生，震央は宮城県東沖合約 100 km，深さ 30 km）は，三陸沖の日本海溝沿いに発生するＭ８クラスの津波災害に特色のある地震とはちがって，北緯 30° 以南の，東経 142° 付近の，より陸地に近い海域に発生するＭ７クラスの地震である。津波被害をともなわず，地震動によって若干の建物被害をともなう。また，同じ海域でほぼ同規模の地震が連続して発生する傾向がある。第３表に，この海域に発生し，被害を仙台地域にあたえた地震を示す。ここに示したＭクラスの宮城県沖の海域に発生す

地震波の数値計算が盛んに行われていた雰囲気が，私にこうした印象を与えたのかも知れないが，地震の啓蒙運動が普及し，規模とか震度とかいった数値が人口に膾炙している現状を見ると，なおさら，おなじ感じを受ける。宇宙空間での事象は，距離的には離れていても，観測装置を，現象の起こっているところに運んで，情報を直接受けることができるのに，地震については，地下数粁に震源があっても，そこに計器を運び入れることができない。地表での振動その他の surface manifestation を観測して間接的情報に満足しているほかないのが実情である。振動という物理現象としては正確に捕えることができても，具体的にどこでなにが起こったかを直接確かめることが困難であるために，こういう状況に私達は置かれてきた。

地質学者としては，地震を抽象的な振動論として扱かうのではなく，地球内の具体的な事象として把握したい。そのためには，ひとつひとつの地震を identify することが先決である。そのためには，地震の起こった場所と時刻，このふたつを手掛りとすることによって地震を現在の地質現象として扱かうことができる。昭和25年頃だったろうか，関東地方の重力異常分布，地質構造などの資料を持ち寄って，地球物理・地質の関係者が討論会をした時に，最後に所感を求められた矢部長克先生が，細かく時代別した古地理図を作成する努力をしてみよと言われた。時代とともに海陸の分布が，どのように変遷して来たかということがわかれば，関東地方が最近の地質時代に，どういう上昇下降運動をするかという傾向が出てくる。それが，地球物理学的な資料とどう結びつくかということを考えようという意味の提言として，私にはひじょうに興味深く感じられた。ほかの講演の内容は忘れてしまったが，先生のこのときのお話だけは，まだ耳底に残っている。それというのも，南海道大地震による西南日本の地殻変動を，地質構造と関連させて検討していた私は，既製の古い地質時代の地質構造と，現在の地殻変動とは直接に結びつかない。過去の大きな地質構造は，人体の背骨のように，運動に一定の制限を与えるが，細部の地質構造は，過去の運動の結果として残ってはいても現在の地殻変動とは無関係である。地震も，測量によって検出された地殻変動も，重力異常分布も，地質図に示された古期岩層の構造には直接関係なく，地下のある深さに想定されるモホ面のような，重力異常に影響を与えている地下の物質分布の場所で“黒幕的”な動きがあり，その“黒幕”に左右されて行われている現在の動きであると苦しい解釈をしていた。今日的表現をすれば上部マントルの動きによって支配されていると書いたであろう。ただ当時の震源決定の精度では，震央分布図を，誤差を含めて作成しようとすると，現在のように小さい点として記入できなかったので，よけいに地質図との関係がつかめなかったと思われる，地震の震源分布・重力異常・地殻変動の傾向，これらは，現在の地表の relief つまり地形を形成する傾向の地下の運動——それを黒幕と表現しておいた——に支配されているというのが私の結論である。談話会で発表したら「定年退官してからにしろ！」と袋叩きに会うことは必定であったので，ひそかに中央公論社の「自然」という雑誌にさり気なく活字として残しただけで[4]，堂々と発表する勇気はなかった。当時そのような大議論が許されたのは，月例談話会で必ず長広舌を振われた長岡半太郎先生に限られていた。

地震予知５カ年計画が実施されて，各大学に付設の微小地震観測網整備で震源決定精度が格段に向上し，地震活動と地質構造が綺麗に結ばれている観測結果が珍らしくない。震源分布を年別に記入した地図が何枚も作成されれば，それは地震についての“古地理図”ということができる。こうすることによって，ひとつひとつの地震が戸籍に登録されて，identify できることになる，松代地震は群発地震が２年間も続いた。私は地震のひとつひとつに，観測された順序に番号をつけてくれるよう萩原尊礼教授にお願いした。そうすれば，震央における地下の岩石の破壊状況を追跡できると思ったからである。残念ながら，15年まえの技術では，そこまではできないとのことで諦めるほかなかった。いまなら可能であろうにと残念に思っている。このときは，震央地域の中心，皆神山という10万年か20万年まえかの熔岩円頂丘の単一火山の北東側に近い所に，北西一南東方向の左横ずれの潜在地震断層が生じ，北東一西南方向の右横ずれの共軛断層をも伴っていたと推定されるが，この共軛断層のほうは，皆神山の固い石英安山岩に邪魔され

たのか，はっきりしてなかった。そのため付近の地表の沖積層の畑地に雁行した地割れ群を生じた。この割れ目の動きを，地割れ発生の初期から測定していた。割れ目が全部開口性であれば，火山性の物質が地表に近づいてくる前触れだろうし，割れ目の動きが横ずれなら，地震断層のせいだろうと，見当をつけるために始めた観測だった。皆神山の年代も思っていた通り古く，地割れの動きは，開口よりも横ずれが勝っていたので，群発地震は，火山性ではなく，構造性のものと判断できた。こういうふうに監視をつづけていたところ，地割れ群の一部が，皆神山から北東に当る反対側の山の斜面に接した付近の山腹斜面に，典型的な地辷りの谷頭に出来る地割れが発生しているのを事前に発見した。その動く速さを測量から割り出し，予想される被災地の範囲を予測して，地元の役場に知らせた。私と，私の研究班の人たちが予知したのは，潜在地震断層の運動によって惹き起された地表現象としての地辷りであって[5]，けっして地震を予知したのでないことを，ここで明記しておく。地下数粁で行われている断層運動に伴った地震群，そのため地表にも，この動きを反映した諸種の地変を生じている。それでも，その地震活動がどうなって行くか予告はできなかった。地震活動の経過を詳しく追跡したに止った。とくに，私たちが心配したのは，群発地震地域と隣接する長野市の付近で，単発の大地震が起こりはしないかという，ひそかな“期待？”だった。伊東の群発地震と伊豆地震の例を経験しているからである。現在，伊豆半島沖地震以来，精密な地震観測その他各種地球物理的観測を実施しているのも，この過去の経験を基にして監視しているのである。いまの地震観測網は，地質構造をトレースしているかのような震央分布図を与えてくれる。こういう地表に近く起こる地震でも，追跡は詳細にできても予知は，なかなかできにくい。伊豆には，多くの第四紀層を切っている断層もあり，それらの方向と，地震活動の動きとむすびつけられそうである。新しい地質時代の地質構造と，そこで起っている地震であるから両者を結びつけて考えられる。松代の地震断層は，既存の断層に沿って生じたのではなく，断層のなかったところに新らしく出来たもの，したがって，実験室での岩石破壊をそのまま自然が見せてくれたかたちになり，岩石破壊実験から割り出された，非弾性膨張モデルとよく合ったのである。あの地震でももう数粁も深い所で行われていたら，よくわからなかったかも知れない。地質学の立場からは，地質と地形から，震域が地質時代から現在まで，どういう傾向の動きをつづけてきたかを調べ，それを将来に外挿して，地震が地質現象のどのような位置を占めているのかの見当をつけること，換言すれば，地震をあくまで現在の地質活動として定性することが仕事のひとつと考えられる。それで，私は立場上地震調査に責任を持つようになってから，地震の地質学的背景という題目で報告を書くことにした。古地理図を重ねて，現在の地図から未来の地図へとの方向を見当づけるのである。先に述べた全地球的に明らかにされた地球の海洋底をも含めた大地形に，巨大地震を時代別に記入して行ったのは，茂木清夫教授の研究の基礎になっている[6]。無意識のうちに，地震の古地理図を作成していたものと高く評価している。令兄の昭夫博士は，海底地形図を作成されていることと併せて，兄弟で地震の定性をしているように私には見える。同じ時代に，一斉にまた引き続いて大地震が起きていることが事実として判明すると，それらの起こった地域，また地域の間に，なんらかの出来事があったのだろうと推測する。講演のはじめに行った100年記念行事が続いていることについての解釈とおなじ思考である。地震は社会現象でないから，解釈の手掛りとなるのは，岩石の破壊実験についての知識である。しかし，なにも既存の構造のない“さら地”に起こるのでないから，地質構造にどうしても拘束される。巨大地震なら大構造に，群小の地震なら局地的な構造に支配される。その“ひろがり”の見当をつけるのは，地質家の役割りだと私は考えている。岩石を破壊させるに至った原因の地学現象については，はっきりと判断できる場合もできぬ場合もある。この推定もやはり地質家が関与する領域であろう。しかし，自然は複雑である。謙虚に観察を続けて行きたいと思う。

VI. 後　記

私の本日の講演では，あまりにも私自身の個人的なことを多く述べてしまったきらいがある。そのこと

1,227万円にくらべてはるかにすくない。同じ方法で比較できる東伊豆町や河津町，下田市のそれぞれ142万円，223万円，501万円にくらべても小さい[9]。被害金額が小さく，死傷者が多発する地域構成に，重大な問題が含まれていることを指摘しておきたい。

一般化していえば，被害地域は拡大し，死傷者か発生しやすい地域の形成が進んでいる。

（2） 風水害等との比較

この章のはじめに，アメリカにおける自然災害による被害の特色をのべた。日本の風水害にみる特色から，地震被害の年代的エスカレーションについて言及したい。建設省水害統計（1978）によれば，水害被害の特色として次の諸点をあげることができる。

（a） 明治8（1875）年から昭和52年の間で，国民所得に対する水害被害額の割合が5％をこえたのは，明治29（1896）年（11.48％），昭和22（1947）年（10.24％），23年（6.87％），24年（5.54％），25年（5.92％），28年（10.17％）の6回である。4％前後には，明治18（1885）年の4.55％，22年の4.75％，26年の4.90％，43年（1910）の4.12％，昭和9（1934）年の3.89％，26年の4.51％，34年の4.80％の7回がある。昭和36（1961）年の2.01％を最後に，1％をこえる年は1回もない。

（b） 死者・行方不明者1人当り水害被害金額は，明治・大正年間には5億円以下，第2次大戦終了までは5億円前後の年が目立ち，28年までは同様の傾向がつづく。そのあと，水害多発期の間，3億円前後の年がつづき，昭和36年以後10億円前後となり，昭和44年から，20億円前後，さらに昭和50年前後には30億円をこえるようになる。

（c） 死傷者（行方不明を含む）が，1,000名をこえるのは，明治40年，43年，昭和元年，昭和9年，10年，13年，16年，22～26年，28～36年，39～42年，45～47年である。昭和21～52年の平均は4,877人である。

（d） 昭和50年価格換算で水害被害額が，昭和21～52年の平均5,420億円をこえるのは，昭和22，23，24，25，26，28，29，33，34，36，47，49，50，51の各年である。水害被害率の低下している昭和37年以降，43年，48年をのぞいて何れも2,000億円をこえている。経済的被害からいえば，水害被害率は低下しているが，被害金額は増大し，死者1人当り被害額は巨大化しつつある。

（e） 死傷者年平均4,877人をこえる年は，昭和36年の7,693人を最後に発生していない。とくに，昭和48年以降1,000人をこえた年もない。このことは，治山治水事業の進展によるともいえるかもしれないが，むしろ，巨大な人的被害をうむような機会，大都市域をまきこむ大水害がなかったことに原因があるというべきであろう。

（f） 死傷者の風水害原因別の統計は，集中豪雨による死傷者の比率が大きくなっていることを示す。このことは被災地域に山間部が多かったことを意味する。

（g） 一方，災害復旧額は昭和21～52年の平均で1,629億円であるが，治水投資額は37年に，1,100億円をこえてから，急激にふえ，42年には2,000億，45年には3,000億円，47年以降には6,000億円前後以上にふくらむ。この効果は発揮されているとは考えるが，水害被害金額も2,000億円をこえ，年によっては8,000億円をこえているので，機会さえあれば被害は大きくなると考えるのがよい。

（h） 都道府県別統計でみると，大都市を含む東京，神奈川，愛知，大阪，兵庫，福岡で人的物的被害が大きい。この点は，上記を裏書きするともいえる。

以上の要約からいえることをまとめると，つぎのように整理できる。

（a） 水害被害金額は，最近の約15年間，人的被害の低滞にもかかわらず増大の傾向を示す。このため，死者1人当り被害額は巨大化している。

（b） 人的物的被害は大都市周辺で大きく，また被害ポテンシャルの集積も進み，機会があれば，巨大な被害を発生するであろう。

（c） 昭和37年以降，風水害に関しては静穏な期間がつづいている。しかし，災害復旧額が2,000億円を

こえるものも発生しており，治水投資額に見あった効果を評価するのには，なお時間が必要であろう。

(d)　治水投資額が4,000億円をこえるようになるのは，列島改造論はじめさまざまな論題をあつめた時期と符合する。改良された面のあったことは確かであろうが，同時に被害ポテンシャルを高めたこともたしかである。

以上の諸点は，地震災害にあてはまる点もある。共通にいえることは，経済の高度成長期につくられた国土改造の不備が，何れは露呈するであろうということである。そのうち，もっとも確かなことは，経済被害が巨大化するであろうということである。

地震災害では，被害の年次変化を追究しにくい。この点では，発生頻度の高い風水害について，詳しい検討がのぞましい。現在，この面についての分析は，充分にはおこなわれているとは思われない。

III　地震被害への対応

(1)　研究調査

地震災害への対応のなかで，もっとも特色的なことは，M８クラスの地震を対象とする地震予知体制である。何時発生するともわからない巨大地震に，大規模地震対策特別措置法および関連諸法令を整備して対応しようとする真意は何であろうか。また，このことによって，被害のうち，何を軽減しようとするのであろうか。

木造建物は震度Ⅶとなるような大きな地震では，数十%の倒壊をみることはあきらかである。海洋型地震では，津波による被害も巨大であろう。上にみたように，急激に被害ポテンシャルが高まっているので，被害は，人的物的被害ともに，巨大化はさけられない。人的被害は，地震予知によって軽減できることもあるし，そうでない場合もある。物的被害の軽減は，現状では，絶望的である。物的被害にともなう人的被害の軽減を目ざすものと考えるのが妥当であろうが，物的被害を軽減する方策の研究調査はどうなっているのであろうか。

物的施設の破壊の防止の研究は，耐震工学分野でおこなわれてきた。その成果にはみるべきものが多い。しかし，現存の物的施設には耐震的にみて，信頼度が低い面もあり，この点は最近の地震によって実証されている。むしろ，被害をともなう地震のたびごとに，鉄筋コンクリート造や鉄骨造建物の被害が話題をあつめ，問題の根源が耐震基準や耐震工学の研究そのものよりも，設計や施工にあるのではないかと考えさせる。そうだとすれば，研究調査の主眼を，耐震工学の専門家の協力をえた社会科学的研究にむけざるをえないであろう。

社会科学的研究では注目すべき傾向がみられる。社会心理学的研究は，新潟地震（昭和39年６月）のあとの組織的研究いらい，伊豆大島近海の地震のあとの余震情報をめぐる諸問題，宮城県沖地震のあとの情報パニック，都市地域の機能への影響に関する諸問題など，国や地方自治体がとりあげた調査研究のほか，科学研究費による研究もおこなわれるようになった。これらの研究調査の特色を要約すれば次のとおりである。

(1)　社会学や心理学の研究者を中心にした研究である。この点では，アメリカにおけるこの分野の組織的研究の直接間接の影響があるといえる。とくに，E. J. ハースその他の地震予知と社会的レスポンスに関する一連の研究の影響は見逃がせない。

(2)　震災にみられるシステム・パニックのシステム論的研究が，電算機と結びついて，関心をあつめている。現在の社会は，ある意味ではシステム社会である。システムの一部に破綻があれば，システム全体が混乱する。代替システムを用意するとか，システムの耐震化が必要になる。電子計算機の好きな日本人好みの研究テーマでもある。

(3)　行政当局が関心をもち，大型の予算も投入していることである。この種の研究が防災上有効であるためには，オペレイショナルなシステムでなければならないはずであるが，行政当局はそうした理

解ないし期待をもっているようである。この点は，オペレイショナルとはいいがたい従来の意識調査とは大いにことなる。

（4） 行政当局が関心をもつ分野は，情報と住民のレスポンス，情報の伝播，市民や企業への影響，救援・救急活動，避難，自動車対策など，いわゆる非構造的対応に有効な手がかりをえられるという期待からであろう。この期待にこたえるための基礎研究の充実が緊要である。さもないと，税金の無駄づかいという結果になろう。

火災に関する研究調査は，国や地方自治体ですすめられている。新潟地震（昭和39年6月 M7.5）いらい，石油のからんだ火災が特色となっている。それ以前からの，裸火，木造家屋の倒壊，出火，延焼，市街地延焼といった大火災のパターンの出現の可能性が全く消えたわけではないが，宮城県沖地震による仙台市内の出火は，耐火建物のなかで発生したものが大半であり，むしろ，出火のメカニズムそのものの追究が必要であることを示唆している。

また，大都市再開発にからんで，都市計画面からの耐火都市の研究が進められている。通常の科学研究費では考えられないような巨額の研究費が使用されている。

（2） 行政の対応

何といっても最大の特徴は次の2点であろう。

（a） 組織の拡大

（b） 予算の巨大化

災害対策基本法（昭和36年11月15日制定）いらい，地方自治体には消防防災課ないし係をおくところがふえた。国には，自治省消防庁があるほか，目ぼしい組織はなかった。東京都火災予防条例（昭和37年3月），東京都震災予防条例（昭和46年10月23日制定，公布）など制度面の整備はすすんだが，防災費は万全の策がたてられるほどの内容ではなかった。しかし，東海地震の再来がいわれるようになってから，国や関係自治体も対応を強化し，課，室，担当官を増設して今日にいたっている。

震災は，大規模地震対策特別措置法及び関係法令の整備，組織の拡充にもかかわらず，すくなくとも，巨大な物的被害をもたらす形で発生する。予知が成功しなければ，巨大な人的被害をともなうこともたしかである。行政の対応は，人的被害と物的被害，その後の社会経済的影響にむけられねばならない。

予算は，地震予知に約58億円（昭和54年度）の支出がなされているほか，研究面の予算が急増してきた。しかし，これらの予算によって，被害を軽減できるとは思われない。とくに，地域の耐震性能を高める都市改造は，絶望的に困難である。この点に関していえば，出火源そのものを制御する以外に，今のところ有効な策はない。しかし，この方法には企業の抵抗が強い。

IV　あとがき

最近の内外の震災の特色を要約し，他の自然災害との関係に言及しつつ論述した。社会科学的な諸問題，行政への注文などまだ言及すべきことは多いが，本論の趣旨を下記に要約する。

（a） 発生の頻度，被害地域の規模，人的物的被害の大きさからみて，風水害，干魃に関心がむけられるべきである。

（b） 地震被害は，大都市域を含む場合，被害が巨大化する。現状は，地域の耐震性能を低下させる方向に変化しているので，次の大都市域を含む震災では，被害の巨大化は充分考えられる。

（c） 地域の開発にともない，被害ポテンシャルが増大していることに，防災上の重大な問題点があり，この制御こそ基本であり，不可欠である。

参考文献

1) WHITE, G. F. and HAAS, J. E. (1975) : Assessment of Research on Natural Hazards MIT Press 487 p.

2) 兵庫県 (1978)：過去の基礎調査のまとめと今後の課題，兵庫県における震災対策調査報告書（昭和53年度），38頁.
静岡県地震対策課 (1978)：想定被害の検討，静岡県地震対策基礎調査報告書——第2次調査・総括——.
中野尊正 (1978)：東京の震災を考える，東京都議会議会局，調査資料 *29*, pp. 1–17.
——(1978)：震災予防研究の課題，東京都立大学都市研究センター総合都市研究第2号，pp. 3–12.
——(1979)：最近の地震災害の特色と今後の研究課題，東京都立大学都市研究センター，総合都市研究第8号，pp. 3–13.
3) 石橋克彦(1978)：地震予知の実際的戦略，地震予知の方法（浅田　敏編）pp. 193–209.
4) 東京都 (1977)：1977年3月4日ルーマニア地震調査報告書，194頁.
5) AYRE, Robert S. (1975) : Earthquake and Tsunami Hazards in the United States : A Research Assessment 150 p.
HAAS, J. E., KATES, Robert W. and BOWDEN, Martyn J. (1977) : Reconstruction Following Disaster MIT Press 331 p.
6) 大沢　胖 (1978)：1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告，昭和52年度文部省科学研究費自然災害科学特別研究(1) 202039, 91頁.
7) たとえば，次のとおり，東京大学新聞研究所 (1978)：地震情報の伝達と住民の反応，129頁.
8) たとえば，宮城県 (1978)：'78宮城県沖地震災害の概況——応急措置と復興対策——，135頁.
東京都 (1979)：1978年宮城県沖地震に関する調査報告書，190頁.
9) 中林一樹 (1978)：災害が地域に与えるダメージとしての"被害の大きさ"について，東京都立大学都市研究センター総合都市研究第5号，pp. 51–69.

地学雑誌 89, 1 (1980)

国土の開発史と保全問題

西 川 治*

History of National Land Development and Conservation Problems

Osamu NISHIKAWA

I. 近代化と景観変化

今から111年前の明治元年8月31日，フェルディナント フォン リヒトホーフェン(1)は，瀬戸内海の船旅を満喫していた。リヒトホーフェンは，折しもアメリカのカリフォルニア地方における地質調査を終えてから2度目の日本に立ち寄り，中国大陸の5年にわたる調査へ向う航海の途中であった。その「シナ旅行日記」(2)の書き出し部分には，瀬戸内海の景観を賛嘆した美しい文章がみられる。少し長くなるが引用すると，「これから内海の最も美しい区域が始まる。大小無数の島々の間に残された狭い水路を通っていくと，約80 km にわたり両側には種々様々な形をした見事な山々が次々に現われてくる。緑したたるばかりの草木がその頂上まで覆っている。すべて山また山ばかりで，まれに現われる谷の平らな出口には常に大きな村がある。それらは実に裕福そうに見える。注目すべきはどの村も多くの防波壁で護られていることで，しばしばその壁は非常に長くつづき，例外なく大きな石によってサイクロップ式に造られている。またこれらは，その高さまで埋立てられた水田の防壁としても役立っている。比較的ゆるやかな山腹には耕地が高所まで開かれていて，平らな山頂まで耕されている場合もしばしば見受けられる。広い区域にわたって，これ以上に優美な景色は世界のどこにも存在しないであろう。将来この地方は，世界で最も魅力のある場所の一つとして有名となり，多くの人々を引き寄せることであろう。ここには到る所に生命の躍動があり，幸福と繁栄の象徴がみられる。他の多くの国民ならば全く住う余地を見出さないと思われるこの地域には，すでにパラダイスが実現している。かくも長い間保たれてきたこの状態が今後も永続するよう祈りたい。この最大の敵は，文明とこれまで知らなかった欲望の出現とである。ここは，勤勉と秩序の国であって，海賊的行為は存在しない。住民はその生活に満足している。土地と海とが，かれらの必要とするすべての物を与えてくれるからだ。私は，この島々が多くの類似点をもつギリシア諸島よりもよい運命に恵まれるよう祈ってやまない。これらの美しさは見飽きることはなかった。新しい発見がたえず私を驚嘆させた」注1

以上，長々と引用した理由は，その後，科学の王公とまで呼ばれる偉大な地理学者となったリヒトホーフェンが，もしも今日よみがえって再び瀬戸内海を眺めたとすれば，一体どのような印象をうけ，いかなる感想を述べるであろうか，それを想像してみたかったからである。おそらく，地獄絵のように赤潮がただよい，廃油と腐敗した魚の悪臭が鼻をつく入江，沿岸の無残に削り取られた山肌，林立する工場の排気にけぶる，うす汚れた空気にふれて，かつての楽園の思い出は，たちまち悪夢に変わってしまうのではなかろうか。

日本を代表する風景といえば，誰しも東は富士箱根，西は瀬戸内海をあげるにちがいない。とくに古くから人が住みつき，海と島と山との素晴らしいアンサンブルが，自然と人間との絶妙な調和が，近代化の

* 東京大学教養学部人文地理学研究室 Institute of Human Geography, University of Tokyo
注1 海老原正雄訳に基づき一部筆者が改訳した。

過失によって汚染されるまでは，リヒトホーフェンの感想どおりに世界中で最も優美な景観を呈していた瀬戸内海，この地域における過去百年間の変貌，否このわずか十数年間における景観の激変について考察することは，日本における近代化とは一体何であったのか，とくに最近における高度成長経済と，それに伴うすさまじいばかりの国土開発はそもそも住民に何をもたらしたのか，また環境保全の見地に立って見るならば，その利害得失の収支はどうなるのか，こうした問題を考えるのに最も適した場所であろうと思われる。

しかし，ここでは経済成長のマイナス面，すなわち産業公害と環境破壊の元凶を告発し糾弾するつもりはない。むしろ，これからの課題として誰しも認識しているように，高度成長の歪みを，その反作用のもたらしたマイナス面をどうしたら早急に清算し，克服できるのか，さらには経済繁栄の成果と進歩した技術体系を生活環境の整備充実にふりむけて，国土の修景と美化にはどのように適用していったらよいのか。そうした現代の切実な課題を念頭におきながら，むしろ逆に遠く振り返ってわが国土の開発史，それも水田の開発と定住史に的をしぼって，それらに関するスライドを示しながら風土論的に説明したいと思う。

それというのも，水田の開発史は，住民たちが精根をつくして土地を開墾し，集落を作り，生活空間をひろげ，国土の自然景観を多彩精妙な文化景観に作り変えてきた長い努力の跡を如実に物語っているからである。

しかもその過程には，一面においては世界中でも最も優れた自然の恵みを活用し，その反面においては，これまた世界無比といえるほどの厳しく変化の激しい自然の威力，すなわち台風，集中豪雨，洪水，冷害，雪害などなどと闘いながら，豊かな生活環境を創り出し，自然と人工との比類なき調和景観を形成してきた住民たちの生活の知恵と，生態学的技術体系と呼んでもよいような一連の精巧な業とが反映しているからである。今やわれわれは，近代の機械文明と経済的合理主義に欠落しがちな側面，すなわち，人間性を大切にし，自然との生態学的調和をはかるといった側面をいっそう重視していかねばならないが，そのさいに水田の開発史はわれわれに多くの示唆と教訓とを与えてくれるにちがいない。

II. 歴史的風土の特色

上記のような大問題をこの講演で扱うのは無理があるので，ここではわが国の風土と水田開発史を通じて見出されるいくつかの特徴点について，その概略をかいつまんで述べることにしたい。まず第一に指摘できるのは生活空間単位の狭小性である。それは，日本列島の地理的位置，地形構造，気候と水文条件，および生物社会などの織り成す地生態構造（geoecological structure）に基づく。すなわち，徒歩でも日帰り可能な半径20～30km の範囲内に，海湾あるいは大湖沼から沖積地，洪積台地，丘陵そして山地へかけて配列する地形単位の組み合わせ，土地群系（land association）が，実に肌理こまかで豊かな地生態組織としてのカテナ注2(catena)構造が，国土のいたるところに存在している。それによって，縄文時代の採集・狩猟・漁撈を主とする経済段階，ないし半栽培的段階においても，比較的狭い土地に竪穴住居址から推察されるような定住的集落が成立しえた。しかもその規模や密度は，関東平野における大貝塚遺跡の分布が示すように，かなりの大きさに達していたように思われる。わが国における農業の普及がおくれた理由は，アジア大陸の東縁に連なる列島の隔絶性にもよるが，一方農業に頼らずとも定住的生活が営めたという，優れた地生態的条件に求められるであろう。

第二の特徴点は農業社会成立後の短期間に統一王朝が成立したことである。わが国に水田稲作がひろがり始めたのは紀元前２～３世紀ごろと推定されている。これとともに所によっては，従来の採集，狩猟，漁撈経済に加えて，畑作あるいは養蚕なども合わせ営まれ，生活がよりいっそう安定し，人口が増加した

注２　ラテン語で鎖を意味する。本来は土壌地理学の用語で，起伏や排水条件によって，同一母材に由来しながら異なる土壌が生成するが，それらの空間的配列をカテナと呼ぶ。

地学雑誌 89, 1 (1980)

国土の開発史と保全問題

西 川 治*

History of National Land Development and Conservation Problems

Osamu NISHIKAWA

I. 近代化と景観変化

今から111年前の明治元年8月31日，フェルディナント フォン リヒトホーフェン(1)は，瀬戸内海の船旅を満喫していた。リヒトホーフェンは，折しもアメリカのカリフォルニア地方における地質調査を終えてから2度目の日本に立ち寄り，中国大陸の5年にわたる調査へ向う航海の途中であった。その「シナ旅行日記」(2)の書き出し部分には，瀬戸内海の景観を賛嘆した美しい文章がみられる。少し長くなるが引用すると，「これから内海の最も美しい区域が始まる。大小無数の島々の間に残された狭い水路を通っていくと，約80 km にわたり両側には種々様々な形をした見事な山々が次々に現われてくる。緑したたるばかりの草木がその頂上まで覆っている。すべて山また山ばかりで，まれに現われる谷の平らな出口には常に大きな村がある。それらは実に裕福そうに見える。注目すべきはどの村も多くの防波壁で護られていることで，しばしばその壁は非常に長くつづき，例外なく大きな石によってサイクロップ式に造られている。またこれらは，その高さまで埋立てられた水田の防壁としても役立っている。比較的ゆるやかな山腹には耕地が高所まで開かれていて，平らな山頂まで耕されている場合もしばしば見受けられる。広い区域にわたって，これ以上に優美な景色は世界のどこにも存在しないであろう。将来この地方は，世界で最も魅力のある場所の一つとして有名となり，多くの人々を引き寄せることであろう。ここには到る所に生命の躍動があり，幸福と繁栄の象徴がみられる。他の多くの国民ならば全く住う余地を見出さないと思われるこの地域には，すでにパラダイスが実現している。かくも長い間保たれてきたこの状態が今後も永続するよう祈りたい。この最大の敵は，文明とこれまで知らなかった欲望の出現とである。ここは，勤勉と秩序の国であって，海賊的行為は存在しない。住民はその生活に満足している。土地と海とが，かれらの必要とするすべての物を与えてくれるからだ。私は，この島々が多くの類似点をもつギリシア諸島よりもよい運命に恵まれるよう祈ってやまない。これらの美しさは見飽きることはなかった。新しい発見がたえず私を驚嘆させた」。注1

以上，長々と引用した理由は，その後，科学の王公とまで呼ばれる偉大な地理学者となったリヒトホーフェンが，もしも今日よみがえって再び瀬戸内海を眺めたとすれば，一体どのような印象をうけ，いかなる感想を述べるであろうか，それを想像してみたかったからである。おそらく，地獄絵のように赤潮がただよい，廃油と腐敗した魚の悪臭が鼻をつく入江，沿岸の無残に削り取られた山肌，林立する工場の排気にけぶる，うす汚れた空気にふれて，かつての楽園の思い出は，たちまち悪夢に変わってしまうのではなかろうか。

日本を代表する風景といえば，誰しも東は富士箱根，西は瀬戸内海をあげるにちがいない。とくに古くから人が住みつき，海と島と山との素晴らしいアンサンブルが，自然と人間との絶妙な調和が，近代化の

* 東京大学教養学部人文地理学研究室 Institute of Human Geography, University of Tokyo

注1 海老原正雄訳に基づき一部筆者が改訳した。

過失によって汚染されるまでは，リヒトホーフェンの感想どおりに世界中で最も優美な景観を呈していた瀬戸内海，この地域における過去百年間の変貌，否このわずか十数年間における景観の激変について考察することは，日本における近代化とは一体何であったのか，とくに最近における高度成長経済と，それに伴うすさまじいばかりの国土開発はそもそも住民に何をもたらしたのか，また環境保全の見地に立って見るならば，その利害得失の収支はどうなるのか，こうした問題を考えるのに最も適した場所であろうと思われる。

しかし，ここでは経済成長のマイナス面，すなわち産業公害と環境破壊の元凶を告発し糾弾するつもりはない。むしろ，これからの課題として誰しも認識しているように，高度成長の歪みを，その反作用のもたらしたマイナス面をどうしたら早急に清算し，克服できるのか，さらには経済繁栄の成果と進歩した技術体系を生活環境の整備充実にふりむけて，国土の修景と美化にはどのように適用していったらよいのか。そうした現代の切実な課題を念頭におきながら，むしろ逆に遠く振り返ってわが国土の開発史，それも水田の開発と定住史に的をしぼって，それらに関するスライドを示しながら風土論的に説明したいと思う。

それというのも，水田の開発史は，住民たちが精根をつくして土地を開墾し，集落を作り，生活空間をひろげ，国土の自然景観を多彩精妙な文化景観に作り変えてきた長い努力の跡を如実に物語っているからである。

しかもその過程には，一面においては世界中でも最も優れた自然の恵みを活用し，その反面においては，これまた世界無比といえるほどの厳しく変化の激しい自然の威力，すなわち台風，集中豪雨，洪水，冷害，雪害などなどと闘いながら，豊かな生活環境を創り出し，自然と人工との比類なき調和景観を形成してきた住民たちの生活の知恵と，生態学的技術体系と呼んでもよいような一連の精巧な業とが反映しているからである。今やわれわれは，近代の機械文明と経済的合理主義に欠落しがちな側面，すなわち，人間性を大切にし，自然との生態学的調和をはかるといった側面をいっそう重視していかねばならないが，そのさいに水田の開発史はわれわれに多くの示唆と教訓とを与えてくれるにちがいない。

II. 歴史的風土の特色

上記のような大問題をこの講演で扱うのは無理があるので，ここではわが国の風土と水田開発史を通じて見出されるいくつかの特徴点について，その概略をかいつまんで述べることにしたい。まず第一に指摘できるのは生活空間単位の狭小性である。それは，日本列島の地理的位置，地形構造，気候と水文条件，および生物社会などの織り成す地生態構造（geoecological structure）に基づく。すなわち，徒歩でも日帰り可能な半径20～30km の範囲内に，海湾あるいは大湖沼から沖積地，洪積台地，丘陵そして山地へかけて配列する地形単位の組み合わせ，土地群系（land association）が，実に肌理こまかで豊かな地生態組織としてのカテナ[注2](catena)構造が，国土のいたるところに存在している。それによって，縄文時代の採集・狩猟・漁撈を主とする経済段階，ないし半栽培的段階においても，比較的狭い土地に竪穴住居址から推察されるような定住的集落が成立しえた。しかもその規模や密度は，関東平野における大貝塚遺跡の分布が示すように，かなりの大きさに達していたように思われる。わが国における農業の普及がおくれた理由は，アジア大陸の東縁に連なる列島の隔絶性にもよるが，一方農業に頼らずとも定住的生活が営めたという，優れた地生態的条件に求められるであろう。

第二の特徴点は農業社会成立後の短期間に統一王朝が成立したことである。わが国に水田稲作がひろがり始めたのは紀元前2～3世紀ごろと推定されている。これとともに所によっては，従来の採集，狩猟，漁撈経済に加えて，畑作あるいは養蚕なども合わせ営まれ，生活がよりいっそう安定し，人口が増加した

注2　ラテン語で鎖を意味する。本来は土壌地理学の用語で，起伏や排水条件によって，同一母材に由来しながら異なる土壌が生成するが，それらの空間的配列をカテナと呼ぶ。

ことは間違いない。こうして氏族的社会から部族的小国家群立時代へと急速に発展し，4世紀の始めごろから古墳時代に入り，すでに5～6世紀には強大な統一王朝が形成されていた。

諸地方にも，農耕社会が発達した。土地生産性の高い水田稲作によれば，1家族は1ha 程度の狭い土地で生活できるようになり，村落の生活空間は，縄文時代にくらべると格段に凝集した。農耕に基づく地方の繁栄を誇らしげに書き立てた記録の一例は，和銅6年（713）風土記撰進の詔にこたえて提出された「常陸風土記」に見られる。

「そもそも常陸の国は，その領域はきわめて広大で，他国との境界もはるかに遠く，耕地という耕地はすべてよく肥えており，未開墾の原野も耕地に劣らず豊かである。開墾された土地と山海の幸とに恵まれて，人々は心やすらかで満ち足りていて，家々は富裕でにぎわっている。もし農耕に従事していその仕事に励むものがあれば，その人はたちまちのうちに多くの富を手に入れることができ，また養蚕に力を尽くすものがあれば，その人はひとりでに貧しさから逃れることができる。あえて言うまでもないが，塩や魚など山海の珍味が欲しいときには，“左は山で右は海”である。桑を植え麻を蒔こうと思えば，“後ろは野で前は原”であり，なんでも思いのままである。言うならば，ここは海山の産物ゆたかな宝庫であり，膏のしたたるような物産の楽園である。昔の人が「常世の国」と呼んだ神仙境は，もしやこの地のことではないかとさえ疑われる。」（講談社文庫，秋本吉徳訳による）[3]。

この叙述には，都から遠く離れた坂東の国に任わされた国司や文化人たちの中央に対する劣等感の裏返しとして，いささか誇張された自画自讃が含まれているとはいえ，ここで注目したいのは，「左は山で右は海，後ろは野で前は原」という対句である。これはまさに，わが国土の各所に存在する村落生活空間の地生態的構造に対する簡明適切な表現であるといってよいものである。

第三の特徴点は，米作基盤型国家の発達である。水田稲作の普及につれて政治権力の経済的基盤は米作におかれるようになり，水田と水利と耕作民に対する支配体制がしだいに整備強化され，貴族ないし寺社の荘園時代から武家支配の封建時代へと発展した。こうして水田稲作に立脚した社会経済構造，米作偏重型社会が今日に至るまで，えんえんと続いてきた。

近代国家の成立過程においても，水田稲作は大きく貢献した。すなわち明治政府は，地租改正によって財政の基盤を作り，地主制を仲立ちとして，主として米作から搾り出された資本を近代工業，鉄道や海運業，教育施設などに投入する体制を育成した。そして富国強兵策を推進し低賃銀労働力を再生産するために人口増加を支える食糧増産がますます重要となり，水田面積の拡大，米の品種改良，それに明治30年代からは耕地整理事業を推進するようになった。

米の増産至上主義は，実にごく最近まで堅持されてきた。第2次大戦後の食糧危機を乗り切り，経済の再建をはかり，さらに高度成長策を進める一助として，国営事業を中心にして水田面積の拡張と土地改良にも多額の公共投資がなされてきた。戦後の農地改革は，地主から小作地を解放し，耕作者の生活水準の向上と工業の発展に資する国内市場の拡大に大きな効果をあげた。そして昭和30年代後半からの所得倍増計画，経済成長策を実現する上において，水田の大規模圃場整備事業により機械化を容易にし，米作を害うことなく，農村から多量の労働力を引き出すことにも成功したのである。

国民の生活水準の向上とともに食生活にも変化が生じ，米ばなれが進み，ついに余剰米の増加と食管赤字の累積が大きな社会問題になってきた。政府の重点施策も重化学工業化の他，漸次イネ作から住宅建設すなわちイエ作へと移り，都市近郊の農民も耕作よりはアパートの家作に力を注いだ。それにもかかわらず，食管制度はなお維持され，減反政策と水田の作付転換策が何となく歯切れ悪く不徹底になされているのが現状である。

III. 稲作民の性格

しかし，たとえ国民の米ばなれがいっそう進み，水田の作付転換さらには，辺地における水田の荒廃

化，都市近郊における農地転用がふえたとしても，２千年以上にわたって，さまざまな地形面の水田化に心血を注ぎ，全国的に水田卓越の文化景観を展開してきたという国土利用の基調は，今後も末長く持続するであろう。それに，水田稲作重視社会において培われてきた，もろもろの慣習や習俗，文化形態，民族性なども執拗に保持されるであろう。

多少の牽強付会が許されるならば，稲作との関連において日本人の民族性の一面は次のように説明することができるであろう。たとえば，(1)「小天地安住性」は，一家族が1haぐらいの水田によって暮せるという有利性と関係がある。(2)「我田引水的独善性」は，水田稲作にとって必要不可欠である水の獲得をめぐる激しい対立と争いの繰り返しによって助長された。(3) 細分主義，小規模性，小じんまり性，四畳半趣味などは，水田１畝（約100アール）ていどに小分けし，水を張り，耕作しやすいようにした細分好みと無縁ではない。(4) 視野狭窄症的視界の狭さは，小さな水田に足を突込み，かがみこんで田植し，除草し，刈り取るなど稲作労働に起因する。(5) 生活様式，生活感情，関心事などに見られる画一性，一様性，一点集中性，おそろい好みは，米作偏重，稲作中心の生活暦，青田一色の夏季卓越景観に基づく。(6) 矛盾律に対する鈍感性は，弥生時代いらい，居住空間が稲作に適する低湿地へ移った結果，洪水の災害を蒙りやすくなり，自然の恩恵と災禍という二面性を容認せざるをえない風土性に根ざしている。(7) 土地への執着心が強いのは，水田の造成には畑よりも格段に多くの労力と資本が必要であり，先祖代々の労苦が積み重なった財産であることから生じた。“田分け” はたわけたことであった。(8)「土木主義」は水田の拡大，用水の獲保，生活の安全を計るため発達してきた特徴である。日本の農民は自然に従順であるよりは，川を堰き止め，溜池を築き，棚田を開き，岩山をくりぬいて用水路をひくなど，自然に対して積極的に働きかけてきた。土木技術は生活を支える基本的手段であり，土木尊重主義は，ブルドーザーをはじめ大型の機械力を駆使できるようになって，ついに必要以上に自然を破壊するまでに増長したのである。こうした解釈も許されるのではあるまいか。

IV. 開田史と地形

わが国における水田稲作の歴史は２千数百年に及ぶが，その間に日本人が水田の拡大に注いできた努力は，まことに想像に絶するものがある。それぞれの時代における土木技術や稲作技術の限りを尽し，まるで稲作の経済的限界など顧みぬがごとく，水田化前線は，山間辺地へ，寒冷積雪地へ，あるいは海面や湖沼に向って押し広ろげられていった。この開田史は，水源の確保，用水路の開削と造田においては，より困難な自然条件への挑戦史であり，もろもろの灌漑施設や水田自体の維持管理においても，自然との厳しい闘いの連続であった。

この点に関して参考になるのは，小笠原義勝がまとめた「耕作条件による地形分類」[4] である。これによると地形は，水田の場合灌漑手段によってⅠからⅨまでのカテゴリーに分けられている。この分類の序列は，開田しやすい地形から，より困難な地形へという順序に並べられており，それはまた開田史の時代順と対応させやすいように配慮されている。本講演においても，灌漑技術の発達に着目して開田史を次の５つの時期に分けて，それぞれの事例を写真や地図によって示し，地形環境との関係についてもごく概略説明した。

開田史の第１期は，天水や湧泉に依存する原初的時代である。こうした古い水田は主として西南日本の丘陵地や洪積台地に形成された老年期状の樹枝状谷，三角州の後背湿地，扇状地の扇端部や段丘崖下の低地などに分布している。

第２期は，井堰と比較的短い用水路に加えて，土堰堤の溜池による開田がひろがる時期である。これは古墳群が物語るような地方豪族ないし古代王朝の権力下において進展した開田期であり，特筆すべきは，条里制水田にみられる画期的な耕地整理，道路・灌漑排水系統の大規模な基盤整備事業である。

溜池築造技術の伝来普及過程も興味深い研究課題である。わが国における溜池の歴史は意外に古く，河

内国狭山池の起源説はすでに古事記に語られている。全国で最大規模を誇る丸亀平野の満濃池は，丘陵地の侵食谷を堰き止めて築かれた複雑な形の大溜池であるが，その起源は大宝年間（701—704）に遡るとされ，弘仁9年（812）に決壊した時は，空海が築別当として改築工事を指揮したと伝えられている。

第3期は，荘園領主ないし中世地方豪族の権力下において行われた数十 ha 程度の開田期であり，中小規模の扇状地，中小河川の谷底平野などが用水路網の開削によって水田化された。

第4期は，戦国大名さらに江戸時代の幕府直営，藩営，町人請負等による開田期であり，土木技術的な特色としては，岩山のトンネルを含む長大な用水路による大規模な開田（数百 ha 以上），あるいは湖沼や海岸の干拓造田である。前者の例としては，寛文10年（1670）に完成した箱根用水が有名である。芦の湖の水は，外輪山に穿がたれた長さ約1,280 m のトンネルを通り，西麓に530 ha ほどの水田を灌漑している。このほか南部藩による鹿妻用水路，会津藩による滝沢山用水トンネル（1665）など多くの事例がある。享保12年（1727）に完成した幕府直営の見沼代用水事業(5)は，受益面積1万3,000 ha の大規模なもので，多くの優れた土木技術が駆使されている。

第5期は，明治時代から第2次大戦までの時代である。これはなお細区分(6)すべきであるが，ここでは便宜的に一括して扱う。この時期の特色は，明治32年（1899）に公布された耕地整理法，大正12年（1923）の用排水改良事業補助要項などをはじめとする一連の関連法規に基づく組織的事業，技術的にはコンクリート，動力ポンプ，鉄管サイフォン等を使用した近代的な用排水，開田事業が各地で展開したことである。その事例としては，長野県下の西天龍耕地整理組合(7)（大正8年設立）と岡山県下の誕生寺耕地整理組合（大正13年設立）の開田事業(8)を紹介した。前者は，諏訪湖の水を川岸駅付近で天龍川に設置されたローリングダムから取り入れ，27 km に及ぶコンクリート用水路を上伊那の合流扇状台地に導き，1,200 ha ほどの開田を行った事業であり，16箇所のトンネル，3箇所のサイフォン（総延長1,096 m）等の工事が行われた。

誕生寺耕地整理組合の事業は，やはり大正末から昭和初年にかけて行われたもので，吉備高原の一部に21箇所の溜池を新増築し，総延長38 km ほどの用水路，9箇所のトンネル，21箇所のサイフォンを設け，106 ha の棚田を造成した。なお江戸時代ならびに明治時代の棚田の水利に関しては竹内常行の詳細な研究成果を参照させていただいた。

第5期は第2次大戦後の開田期で，その特色は，大規模な国営事業であり，技術面においても格段の改良が行われていることである。

北上川流域の総合開発に代表される多目的ダムの築造による大規模な開田，たとえば石淵ダムによる胆沢扇状台地の開田，横手盆地北東部の第一，第二田沢疎水，愛知用水，新潟県信濃川の支流，中津川と清津川の段丘上の開田，北海道篠津原野泥炭地における開田，児島湾のメ切淡水湖化，有明海や八郎潟の干拓事業等をスライドによって紹介した。

この時期の開田事業のうち一つの興味深い点は，同一の地形群系（association of landforms）の数百年以上に及ぶ長い開田史が完成に達した例が現われたことである(9)。たとえば横手盆地の場合，雄物川とその大支流玉川の水系に属する諸小河川，北方の斉藤川から南方の鞠子川に至る数本の小河川が形成した，一つの地形群系としての合流扇状地は，その扇端地帯から扇頂地帯に至るまで，4本の幹線用水路によって順次開田されたが，その間実に約300年の歳月が流れた。すなわち，佐竹藩によって，下堰（玉川から16km ほどの用水路，1660—1699年に開削），上堰（同約16km，1677—1694年開削），御堰（同約30 km，1825—1834年開削，但し砂礫水路で放棄された）が作られたが扇央地帯より高位面は，昭和期の第一田沢疎水（1937年着工，戦後再着工，1962年完成，約30km の幹線水路，約2,500 ha の灌漑用），第二田沢疎水（1963年着工，幹線水路20km，幹線トンネル7.5km，サイフォン工事，977 ha の農地造成等を含む国営事業）によってほぼ全面的に開発されたのである。

中津川右岸に発達している見事な数段の段丘群系においては，最下位の段丘面には中世起源と思われる

中深見本村と水田，江戸時代の船山新田などが立地し，中間の段丘面にはより新しい新田集落の貝坂があり，上位の伊達原面と最上位の大谷内面には，昭和30年代から40年代にかけて行われた国営事業による水田と入植路村が整然と並んでいる。

V. 人工的災害と国土の修景

現代における最も重要な課題の一つは，過去20年ばかりの短期間に展開した高度経済成長の所産を，そのプラス面のみならずマイナス面にわたって詳細に省察すること，そしてこの急激な社会変動と自然変容が，その反動あるいは修正作用として近いうちに，または遠い将来に惹起するであろうさまざまな問題を予測予知して，破局的な事態が生じないよう事前に対策を講ずること，そしてさらに安定した，しかも創造の喜びを感じることのできるような活気にみちた福祉社会を育成していくことである。

たしかにわが国の高度経済成長期は，日本史上未曾有の変革期であり，最も激しい変化を社会にも自然にも各面にもたらした。その第1は，工業生産力の著しい増強であり，地域的拡大化である。第2は，農村部から大都市地域への急激な大量の人口移動である。それによってさらに促進された大都市の発展と第三次産業の多様な展開であり，過密社会の問題の発生と都市環境悪化である。第3は，生活水準の向上，生活様式の変化，いわゆる大衆消費時代の到来である。第4は，人口増加が緩慢になり，核家族化が進み，高齢化社会に向いつつあることである。第5は，交通通信技術の発達による情報化社会の出現である。第6は，過密地域における地価の急騰，土地利用の競合，空間利用の高層化，大都市周辺地域における土地利用の混乱，過疎地域における生活条件の悪化，土地利用の粗放化等である。第7は，建設事業の拡大により自然がそこなわれ，景観が激しく変化したことである。

ここではそのうち，国土の土地利用と景観変化に関する側面に限って若干の考察を行うことにしたい。まず著しい現象として特筆すべきは，農地転用が進み，多くの優良な耕地が減少したことである。すなわち，水田変じて団地となり，耕地転じて工場と化した。そして激しい都市化，とくに大都市化の進展によるスプロール状の郊外住宅地の開発には目を見張るものがあり，各種の都市的施設，あるいは公共施設，たとえば学校，病院，流通団地，公園，運動場，レジャー・保養施設，飛行場，道路等も増大した。これらの都市的用地の百分比は小さいが，ただし平野部，さらに大都市地域に限ってみれば，その比率はかなり高まり，かつそこでは優良な農地が惜しみなく転用されていることが問題となるのである。それに大都市の周辺地帯には脱農化しつつある地主の休耕地ないしは粗放化した耕地がふえているし，一方過疎地帯にも荒田化，段畑の放棄がみられ，その一部に植林が行なわれている。とくに戦後の緊急開拓地の耕地転用には注目する必要がある。

上記のような耕地の壊廃面積は，昭和40年代の中ごろまでは，国営，道県営等によってなされた大規模な農地造成による農地の拡大面積より少なかったし，同じく大規模な灌漑排水事業，圃場整備などの土地改良にも支えられて食糧増産が達成されたのである。

ところが周知のように，消費生活の変化，米食の減少による余剰米の累積をきたし，ふた昔前には思いもよらなかったような水田の減反政策，作付転換の奨励策がとられるようになったのである。

また昭和36年ごろから，農業構造改善事業によって，都市化と生活水準の向上に見合うように果樹園芸と酪農が発達し，傾斜地における果樹畑とくに蜜柑園の造成がさかんに行われ，山地における大規模草地改良，牧場の開発もなされた。

これらの全国各地に生じた土地利用の急変は何を意味しているのであろうか。その一つは食料自給率の低下である。これは国際経済戦略の上から，国防的見地からすれば重大問題であるが，また国土の保全，土地災害の防止の面からみると少なからず憂慮すべき事態であるといわざるをえない。すなわち，過去20数年間にわたる農業就業者数の激減，なかんずく青壮年層に属する基幹的農業従事者の離脱によって，農地の放棄が一般化し，灌漑施設等の維持管理が粗略になり，その結果各種の災害が頻繁に発生する恐れが

あるからである。

家屋は長く人が住まなくなると早く荒れるといわれるように，放棄された耕地も日ならずして荒廃し，災害源とさえなる可能性がある。とくに自然に手を加えて無理して作り上げた農地，たとえば堤防で守られた水田，急斜面の棚田[10]であるとか，また溜池，頭首工，灌漑水路などの農業施設は不断の維持管理，補修工事が必要であり，それを怠ると蟻の穴から堤も崩れるの譬え通り，思わぬ災害が起るものである。これまでは休耕田の割当ては，水田の立地条件を無視して各地一律に行われてきたが，今後はやがて選択的転換，土地生産性において劣るか，消費市場から遠いというような立地条件に恵まれない水田の陶汰が起るであろう。もしも米の自由化が進み，食糧管理制度が廃止されるようなことがあれば，この傾向は急速に進行するであろう。

しかも最近の比較的若い世代の農民は，機械力や農薬への依存心が強まっていて，古老たちに比べると自然の営力や土地の性状に対するきめ細かい配慮に欠けるのではあるまいか。そうすると，先祖代々細心の注意と多大の労力を払って維持してきた古い溜池，用水路のような灌漑施設とか，あるいは棚田や段畑などは，単に荒廃するばかりではなくて，自然災害を激化させる加担者となりかねない。

溜池についてみると，それを灌漑源とする水田面積は，1943年において全水田の38.5%に及び，現在でもその率はそれほど低下していないと思われる。溜池の数は，農林省農地局資源課の調べによると実に約28万個に達し，灌漑面積が20 ha 以上に及ぶものは，およそ1.3万個[11]あるという。しかも，堤高15m 以上の溜池1,353のうち江戸時代以前に築造されたものは534にのぼる由である[12]。すでに古事記に記されている狭山池（大阪府）は，現在では周囲2.9 km，貯水面積50 ha 余，灌漑面積約2,000 ha，大宝年間（701—704）に創築されたといわれる四国の満濃池は日本最大の溜池であり，現在その周囲は実に 20 km に近く，貯水面積138 ha，灌漑面積4,600 ha に及ぶ。こうした古い溜池は，たいてい何度か決壊して災禍を生じた前歴をもっている[13]。それらの修改築や嵩上げのために払われた辛苦は並大抵のものではなかったことは，若き姉妹が進んで人柱になったというような口碑が，有数の大溜池にはしばしば伝えられていることからも察することができるのである。

多くの人口を養う米作を支えてきた溜池の決壊，それはわが国における人工的災害史の一大特色を示すものであり，史上累計すればその回数やそれによる被害総量は計り知れないほど尨大なものとなるであろう。比較的最近に発生した決壊例が５つ「広島県の溜池と井堰」[14] という本に紹介されている。すなわち，吉田大池（広島県御調郡久井町，1954年新築，堤高12 m，最大貯水量32.5万 t，1965年11月７日鉄筋コンクリート造り底樋決壊）

終戦後における決壊事例のうち，多くの死者を出した顕著な例としては，極楽寺池（岡山県占田郡鏡野町）と大正池（京都府綴喜郡井手町）をあげることができる。極楽寺池は，岡山県営事業によって1941年に完成した，堤長67 m，貯水量15万 t の溜池である。これが1945年９月17日，枕崎台風のもたらした豪雨によって決壊し，死者44人を出す惨事となった。原因の一つは，集水区域の設計面積が140 ha で実際よりも60 ha 少なかったことにあるという。大正池は1922年に完成した比較的新しい大きな溜池で，堤長111m，貯水量43万 t，これが1953年８月15日早朝夜来の豪雨下に堤防越流によって十数か所決壊，小学校，町役場，保育所，民家あわせて730戸ほど流出倒壊させ，死者50人，負傷者150人の犠牲者を出してしまった。

戦後の30年余りの間，農地造成，土地改良，農業基盤整備等のために多額の公共投資がなされ，多くの老朽溜池の修改築も各地で盛んに行われた。そのおかげで決壊例は減少したようであるが，1965年11月７日には吉田大池（広島県御調郡久井町，貯水量32.5万 t），1972年９月19日には番東池（岡山県倉敷市児島唐琴，貯水量30万 t）が決壊した。ついこの間（1979年７月２日）は「こごろせ溜池」（柳井市伊保庄和田石，堤高5.5 m，堤長28m，貯水量3.200 t）という小さなものであるが，２日間にわたる517 mm の豪雨をうけて決壊し，泥水はそれより500 m 下流の民家を直撃し，12戸を全半壊したと報じられた。これらの事例は，今後こうした類いの人工的災害が再び多発する恐れのあることを警告していると考えるべきであろ

う。国民の米ばなれが進み，水田尊重の観念がうすれ，農業労働力の弱体化が見られる今日の時世では，大小無数の溜池の維持管理は今後の大きな課題となるであろう。とくに人里離れた山間地の古い溜池に対する用心が必要である。溜池の規模別，地形位置，形態等の分類と全国分布に関する詳細な考察は，つとに竹内常行[15]によって行われている。こうした研究成果は，国土保全，人工的災害防止の立場から再評価する必要がある。

また遠い先のことになろうが，戦後に築造された農業用のアースダム，あるいは多目的のロックフィルダムについても警戒を怠ることは許されないであろう。当時は今日に比べると活断層に対する配慮が少なかったし，その上戦後間もなくの財政難，資材不足の時期でもあったので，当時建設されたダムの再点検は不可欠であろう。いくら近代技術の粋を集めて建造されたものであっても，百年先には補強なり改築が必要となる。それにダムの建設は1960年ごろがピークとなり，その前後の期間に集中している。ということは，あと数十年にして，それらのダムが一せいに老朽化する時期が来ることになる。それ以前においても，砂礫土砂の堆積による貯水量の減少，不慮の災害要因となる老朽化が進行するであろう。もしも，その時期が日本経済の長期的不況期にぶっかるとすれば，どういう事態となるであろうか。それが杞憂とならないためには，人工的災害の抑制のための長期的対策を十分用意せねばならない。今から150年以上も前に佐藤信淵[16]が強く戒しめた言葉「若し夫れ天につかうるの本心も無くして，唯た妄りに其国を富すの策を立る者は皆是経済道の妖魔なり」を想起したい。ここでは“天につかうる”という意味を自然の秩序に対する配慮，自然の恩恵の利用にさいしての敬虔の念と解しても差支えないであろう。われわれは高度経済成長期に，必要以上に自然を損ってしまったのではなかろうか，謙虚に反省してみる必要がある。それのみならず，今後は積極的に傷ついた自然を修復し，人工的自然災害を未然に防止し，人工と自然との調和を回復し，さらには国土の美的修景へ，快適な生活環境の育成へ向って努力することが大切である。この国民的課題にこたえるために，われわれ地学にたずさわる者もそれ相応の役割を果さねばならない。今から百年後の日本国土の姿を想像することは残念ながら出来ないが，願わくば，百年前にリヒトホーフェンが絶讃した瀬戸内海の風景以上に素晴らしい楽園が創成されんことを祈ってやまない次第である。

参考文献

(1) 西川 治 (1968)：リヒトホーフェンとその日本滞在記，「地理」13-3，48-52.
(2) リヒトホーフェン支那旅行日記，上巻，(海老原正雄訳・慶応出版社，1943，16-17).
(3) 秋本吉徳（全訳注）(1979)：風土記(1)―常陸国風土記，(講談社学術文庫)，15-16.
(4) 小笠原義勝 (1951)：日本の土地利用区，地学雑誌，60-2，21-29.
(5) 新沢嘉芽統 (1955)：土地改良論 第1編第5章 104-134. 東大出版会
(6) 今村奈良臣・佐藤俊朗・志村博康・玉城 哲・永田恵十郎・旗手 勲 (1977)：土地改良百年史，平凡社，415 p.
(7) 西川 治(1952)：西天龍灌漑水路開発に起因する景観の変化，東京大学地理学研究，110-136.
(8) 西川 治 (1965)：日本における土地利用と土地改良に現われた地域的特色，東京大学教養学部人文科学科紀要第34輯，34-35.
(9) NISHIKAWA, O. (1973)：Land improvement in relation to land forms, Proc. Dep. Humanities College of General Education, Univ. of Tokyo, 56, 10-19.
(10) 竹内常行 (1975)：棚田の水利――信州槙拵，能登輪島，越後早川谷の場合，地学雑誌，84-1 (805)，1-19.
(11) 農林省農地局 (1960)：日本農業と水利用，45-47.
(12) 森滝健一郎 (1979)：ダムの立地展開について，岡山大学地理学研究報告（都市と農村）第4巻第2号，17.
(13) 喜多村俊夫(1950)：日本灌漑水利慣行の史的研究，総論篇，100-103.
(14) 渓口誠爾・花谷 武 (1976)：広島県の溜池と井堰，たくみ出版社，85-100.
(15) 竹内常行 (1939)：溜池の分布に就いて，地理学評論第15巻第4，5，6号.
(16) 佐藤信淵 (1827)：経済要録，岩波文庫版，19.

討　論

木内 信蔵・岩生 周一

木内　昨日は地殻資源について，石和田，片山，佐藤3会員の発表があり，今日は地震災害について森本，中野両会員より，開発について，西川会員の報告があった。いまから，これらの課題について討論を行いたいと思う。資源について岩生さんが司会を務め，後半を私が受持つが，活発な御討議を願いたい。(なお以下の討議の記事は要点を記したものである)。

岩生　(石和田，片山，佐藤3氏の講演内容の要旨を取りまとめて紹介) 以上の取りまとめに補足，訂正などがあればそれぞれの講師から発言して頂きたい。

佐藤　今後石油を海外に依存せざるを得ないとすれば新しい油田を発見しなければならないことになるので，特に石和田，池辺両氏など石油の専門家に，石油生成の地球化学的に見たメカニズム，あるいは地質構造論的な立場から見た石油の在り方をはっきりさせることに依って埋蔵量を増加させることができるかどうかについて伺いたい。

池辺　講演要旨を聴いた限りでは私も石和田氏と大体同じ考えを持っている。石油や天然ガスは古生代から鮮新世下部くらいまで存在するので地球上には充分の量があり，探鉱すればもっと発見される可能性はあると思われるが，変成作用を蒙ったものは駄目であるので，日本列島や周辺地域の古い地層中に余り期待することはできない。

石油は地層の背斜の部分に貯溜されるが，構造を調べると背斜が浅部と深部とでは一致していないことがある。イラン，イラクなどにその例が知られているが，日本列島でも大陸棚の調査データなどから見て，深部にどれ程か発見される可能性はある。しかし，量はそれ程期待できないし莫大な探査費を要する。北極海，南極周辺にも石油存在の可能性はあるがやはり探鉱費は莫大である。

中東において石油の発見率が近年減少しているのは，一つにはOPEC攻勢のため，メジャーはじめ石油会社が投資に対する利潤の減少を惧れ探鉱意欲が低下しているためであろう。

わが国では，今年8月末にだされた総合エネルギー調査報告によると，今後エネルギー消費量は増加するが石油の輸入量はそれ程増やさず，消費エネルギーの輸入石油への依存度を現在の70%から昭和70年には40%(石油3億6,000万キロリットル) に減らそうという計画である。すなわち残り60%を輸入石油以外の輸入炭，原子力，地熱などに依存する計画であるが，この輸入量の確保すら今後は困難ではないか。また，この場合石油の相当部分が火力発電に向けられることになるが，火力発電で得られるエネルギーは約30%に過ぎない。もっと効率よくエネルギーが得られるような技術開発のための研究が必要である。

石和田　先ず地球上に未探鉱あるいは探鉱不充分な堆積盆地はどれくらいあるかについて述べる。ジュラ紀ないしそれ以前の古い地層は非常に長い時間を堆積以後経ているので，低い温度でも熟成が進み，ガス相のものが多いであろう。大陸漂移がほぼジュラ紀から始まり第三紀の初期まで続いたとすると，石油を生成した堆積は，大陸の分裂した部分，あるいはその縁辺に堆積した白亜紀以降のものとなるであろう。すなわち海域ではその当時の大陸棚あるいは大陸斜面が探査すべきところとなる。もっと陸寄りでは北海の例のように大陸が分離を始めたとき，すなわち rifting phase に伴ってできた堆積や構造などをあげることができる。陸にもこれに類似したものがあるかも知れない。

背斜型でない trap，例えば層位 trap や不整合

trap などを発見するには，重力，磁力など potential field を用いるリモートセンシングよりも弾性波を用いるリモートセンシング，すなわち地震探査の技術手段を革新して構造解析における地震波の分解能を高め，地層の重なりの状態をもっと具体的に把握する必要がある。エッサの利用なども今後の一つの課題であろう。逆の言い方をすれば，油の価格の上昇は探査技術改善のバックグラウンドの一つになり得るかも知れない。

地下に残された石油の二次回収，三次回収には2つの問題がある。第一は費用が嵩むこと，第二には回収に大量に使う界面活性剤やポリマーなどの薬剤の も と が 石油であるというジレンマである。この場合相対的なエネルギー収支はどうなるか。獲得または産出エネルギー：投入エネルギーの比を問題視する工業の原理は今後石油工業，特に二次回収の場合などにも導入する必要がある。

岩生　石油についてはまだ多くの御意見やコメントがあると思うが後に譲り石炭に関して坂倉氏に伺いたい。

坂倉　突然のことで特に準備していないが，わが国でエネルギー資源の問題に対処している人達は皆悲観的である事は間違いない。最盛期に年間6,000～7,000万トンであった石炭の生産量は最近では2,000万トンに落ちこみ，誰もこれをそれ程著しく増産できるとは思っていない。

わが国の火力発電，セメント工業などでは重油をかなり石炭に替えて使っているが，その輸入先はオーストラリアその他であって現在安定供給の状態にある。

しかし今後さらに石炭の使用量を増やして操業を続けるとすると輸入に関しては安定しているけれども，公害の蓄積のために厄介な仕返しを受けるのではないかを危惧する。

岩生　佐藤氏の講演は資源問題についての別の角度からのものであったが，どなたからか御意見やコメントはないか。

片山　資源の開発に関して技術面での問題についての見解を伺いたい。

佐藤　石油について言えば，もっときめの細かい解析可能な物理探鉱技術の開発，地質学的な要因に対応した探鉱技術の適用が必要と考えられる。また例えば地震反射法とボーリングコアーのデータを結びつけた総合解析を発展させるべく努力する必要がある。

金属の探鉱は石油と異なり異常性を探すという考え方に立っている。また鉱床の多様性に由来するむずかしさがある。U.S.A. では露天掘りの時代は既に終りに近づき，潜頭鉱床の探査が大部分となり，そのために1950年の終り頃から鉱床の発見率は落ちている。

日本はもっと以前から潜頭鉱床の時代に入っており，効率の高い探鉱技術の開発が必要だと考えている。

岩生　佐藤氏の講演に関連して金属事業団で鉱床探査について特に関心を持ってこられた茂木さんの御意見を伺いたい。

茂木　私は事業団から三井金属鉱業 K.K. に移って現在そこに勤務している。

1970年ローマクラブの報告の直後から70年代前半までは，技術の発達によって資源量は増やすことができる，また品位を下げれば資源量を増すことができるという素朴な考えが支配的であった。しかし，70年代後半になると SKINNER の論文にもあるようにそうではないという議論がなされるようになってきている。すなわち，地下資源は掘ると無くなるものであって，何時まであるか，無くなったらどうするかという問題に立ち向わざるを得ないというのである。ミクロ的には例えば各企業で鉱山の寿命を延ばすために探鉱を行ない，それでも成果があがらない場合には工作部門等々の切離しが考慮される。国単位では資源ナショナリズム，あるいは資源涸渇に備えての国作りなどが行われる。

総埋蔵量 ultimate reserves は近年の課題の一つである。石油は総埋蔵量の約50%が既知鉱床であり，この約17%は採掘済みと言われているが，この段階で石油危機が訪れている。これに対し金属の場合，銅を例にとって，(1) 大陸部の地殻の2～3 km までの深さ，その中の銅の平均含有量，鉱化度，鉱床存在の可能性のある地域の面積より計算した総埋蔵量は Cu 約70億トンとなり，(2) 地殻全体を銅品位数 10 ppm の銅鉱床とみなし，この品位を操業可能な最低品位まで上げたと

きの体積中に含まれる銅量を総埋蔵量として計算した値は Cu 約50億トンで両者がほぼ一致している。

現在発見されているもののうち，未採掘の銅量は約4.5億トン，既採掘の銅量は約1.5億トンで合計約6億トンと推定すると，総埋蔵量に対する割合いは石油の場合に比べてまだ裕りがあると言える。

もっとも，鉛鉱の場合についてはまだ計算していないが総埋蔵量のうちのかなりの部分が既に発見されているという見方（立見氏）もあり，あるいはそうであるかも知れない。

金属資源が石油と非常に異なるのは，金のように殆んどリサイクルしないものもあるが，銅，アルミニウムのようにかなりリサイクルが行われるものがあることである。

岩生　片山氏の講演に関連して，熱水反応の実験を中心に岩石鉱床学的研究を進めておられる飯山氏に，地殻中での岩石と熱水との反応や，そのメカニズム，それにもとずく元素の移動，濃集，分布，地殻中の元素の存在量との関係などについてコメントを頂きたい。

飯山　量の問題に関連して，例えば地殻の厚さ2kmくらいまでの深さを考えるとして，Porphyry copper 型鉱床の銅品位2％の鉱石を処理するに要する鉱石トン当りの必要エネルギーと，同じく品位0.2％の場合の必要エネルギーとでは非常に異なる。ニッケルも地殻中に比較的万遍なく分布する元素ではあるが，処理鉱石の品位を下げれば必要エネルギーはそれだけ大きくなる。必要エネルギーが，元素の種類や鉱石の種類あるいは処理方法によって非常に異なるのは当然である。

将来核融合のエネルギーが利用できるようになるとしても，その時までを賄う化石エネルギー資源の埋蔵量の問題，その使用がもたらすかも知れない公害問題，低品位鉱処理の莫大な残渣の処理問題などがあるであろう．従って，地殻の中の著しい不均質性あるいは地域性に由来する元素の濃集部分の発見に努力が集注するのは自然である。

リサイクルの問題は経費の節約の面からも，資源保全の面からも現在よりさらに真剣に取り組む必要がある。

水が地殻の内部で岩石中を循環するとき，拡散だけでなく浸透作用があると，どのようなことが起るか。このメカニズムに関連して水が従来余り研究対象として取上げられず，考えが進展しなかったのは，われわれが天然に観察できるものがおもに固体であって，反応に与った水ではなかった事に因る。実験岩石学はこの点を解決に近付ける有力な手段であって，その成果の活用は資源問題の深刻化するスピードに追付かないように見えるけれども序々に効果を現わしてきている。

（なお片山式の講演に対し，その直後，飯山氏との間に次の通り質疑応答があった）。

飯山　水そのものの役割りや性質も重要だけれども，地殻を構成するものが大部分珪酸塩鉱物であるために，その中に Na が保持され難く，Kが残るのではないか。

片山　常温常圧で水と岩石とが平衡状態に達したときの K/Na の比が海水の成分に相当する。

木内　地震災害，都市及び土地開発について本日の午前・午後に発表された3つの研究について御討議いただきたい。まず森本良平氏に補論があればどうぞ願います。

森本　地震による都市災害は新潟地震（1964年6月16日）を境にして性格が変わった。これを私の写したフィルムによって説明しよう。（撮影は6月17～19日）。1960年の新全国総合開発計画によって，新産業都市建設が進み，その一つである新潟市が破壊を受けた。石油コンビナートの火災。津波による流木の打寄せと浸水，軟弱な地盤の砂の液化現象，これに原因する建物の不等沈下，噴砂など。昭和大橋のような新しい建造物の破損に対して古い万代橋が健在であること。川岸町にあるコンクリート集合住宅が横転したが内部の破損は全くなかったこと。木造の鉄道官舎が安全であったこと。以上は震源地から約60km離れた新潟市の軟弱地盤に及ぼした地震波動の影響であり，新産都市の最初の打撃として貴重な経験であった。

震源地の粟島へヘリコプターで飛ぶ。粟島は東側が1.8メートル，西側が0.8メートル隆起傾動した。島のヘリポートは隆起したもとの海底であっ

た。この島のドレライト（中新世）は15°W に傾き約1000万年を経過している。海岸段丘は1～2万年前のもので西へ傾いている。これらを地震毎に傾いたとすると，平均800～1000年に1回の地震があったことになる。新潟市の周囲には，粟島を含んで5個の震源域があるとすれば，震度5以上の地震が約100年ごとに発生する計算である。同様に東京も京都も，数十年に1回の地震を経験する。

十勝沖地震(1968)，宮城沖地震（1978）など最近の地震は鉄筋コンクリートビルがつぶれ，長周期の震動に脆いことを示した。

中野　森本氏の報告に付言すれば，新潟には地震水害が起ったこと。新潟平野は地盤沈下によって，津波の被害を受けやすい状態になっている。全国の地盤沈下域は1,200方キロに達しており，その面積は合計すれば，地形図3枚分に達する。問題は，この小面積の中に人口が密集し，大都市が立地していることである。将来起るべき地震災害の例を新潟が提示したと言える。

「開発とは，地域空間をよりよく，安全に，便利で，機能的に作り出す行為である」が，森本，西川，中野の3報告を貫く考えとして，開発の進行に伴って，被害のポテンシャルが急速に高まることである。西川氏の報告は，歴史時代に溯って，長期に亘る開発を扱ったが，これを現在から将来に延ばすと，1950年代後半から，都市化も土地開発も急速に進んでいることである。これに対して，地学及び地理学がいかに対応すべきであるか。新しい災害のタイプは，被害地域の広域化である。安い地価を求めて大都市周辺の宅地化が激しくなり，風水害，地震災害を広く受けるようになった。

森本　発展途上国の防災計画に関係したが，建築及び都市計画の規制をきびしくし，またそれを市民がよく守っている。これに反して日本では防災計画が空手形に終わる危険性を持っている。地学協会のような機関が政府に勧告し，あるいは社会に訴えるべきであろう。

貝塚　日本が農業国で定住・大家族社会であった時代には，科学的な自然の見方も防災技術がなかったが，長い経験にもとずく適切な自然への対処，防災の仕方があって，それが慣行や土俗として累積されていた。しかし今日，工業化，都市化，非定住と核家族の社会になり，地域ごとに異なる土地自然への的確な対処の仕方が伝えられなくなっている。それに代わるものとしては，科学技術と地域の自然に関する教育が重視されなければならないと思う。

山本(正三)　わが国土は農業的土地利用を通じて造成されてきたが，その技術は水田耕作に象徴されるような自然農法といった性質が強かった。この技術体系に基礎をおく地域生態構造が日本の社会・経済構造から環境と景観の基本的特質を形成してきた。最近1世紀，とくに近くに近年は農業の科学化が進み，自然適応的性質が後退し，多額の資本とエネルギーを投入して，堅固な人工環境を造成することが，国土開発の主な目標となってきた。それによって受ける恩恵が大きい反面，人間に本来的に具わった自然性を大いに損ない，文明の反逆とオルテガがよぶ諸々の様相が出現するにいたった。

木内　自然の改造は日本人がその歴史を通じて進めてきた。過去には焼畑，乱伐などによる山地の荒廃が拡がり，洪水の増加ともなった。水田造成のための灌漑水利と治水はわが国の土木技術の進歩を記録するものである。ただそのためには，自然と人工とが織りなす地域生態学的プロセスを明かにして，過度な開発がもたらす破壊を未然に防がなければならない。土木地理学の発達あるいは技術と地理学の密接な交流が必要である。

二日に亘る研究発表と討論は有益であった。それは，採りあげた課題の解決にはなお十分であったとは言い難いが，東京地学協会が地学の発達を通じて社会に貢献する道を拓いたことである。研究発表及び討議に参加した各位に厚くお礼を申し上げて，閉会とする。

地学会館建築雑記

坂倉 勝彦

新しい地学会館は昭和44年4月30日竣工，5月1日引渡しをうけ同日第一建築サービス（株）が入居，5月9日修祓式披露パーティを行って，協会の運営や会員の利用に供されることになった。片山信夫氏を委員長，平山健・木村達明両氏と私が委員としてほぼ2年にわたって会館新築にとりくんだ“会館建築委員会”は去る8月31日第31回の委員会を開いて残務整理を行ない，9月7日の理事会で正式に9月末解散が決定した。

会館建て直しの必要性は何よりも協会の経理事情に基づくものであった。ここ数年貸室料からの収入は協会全収入の半ばを超えているにも拘らず，年毎の経費の上昇を貸室料でカバーすることは建築後既に半世紀におよび空調設備も欠く会館の状況では大変難しく，さらにテナントの日本テレビ自身が新築増築を進めている状態から早晩破たんのくるのは目に見えていた。協会の“将来検討委員会”（末野悌六委員長）が52年9月会館新築を会長宛答申し，同月の理事会がこれに承認して前向きに動きだしたのはそうした事情によるものである。

ところで協会が何十年振りともいえる思いきった決断をした蔭には，清水建設（株）の熱心な営業活動があったことを認めざるを得ない。第1のものは貸ビルの採算性の問題である。同社のビルコンサルタント部（梅本高久部長）には，所要資金，資金調達法，年間収入と支出などをインプットし資金返済までの各年度の損益計算と資金計画を表示する電算機のプログラムがあって，これにより地学会館の新築は採算性があると強く働きかけた。第2は資金で，これには速水宏営業部長がかねて取引関係の多いT生命保険会社が長期融資に応ずるという情報をもたらせて一応資金面の目途もついた。残るは入居者（テナント）の問題で，協会には自らテナントを探す力はないので専ら清水に動いてもらった。新館建設は貸ビル業を本格的に始めることとなるので，通常の場合には空室をつくらぬための営業活動やオーナーとしての管理部門をもつ必要があり，このサイズのビルでも最低数人を必要とする。地学協会の性格上かゝる経営は不可能と考えられるので，協会の専用部分以外を一括借用してくれるテナントを探さねばならない。当時は昭和48年の石油ショック後の経済停滞期で，街の新築ビルにも空室が目立ち，一方大手不動産会社は税金対策上充分なテナントが集まらなくてもビルの建設を進めている状態であった。地の理の良い地学会館なので1Fまたは2F分のテナント候補はでてきたが前述の方針をくずすわけにはゆかなかった。

第一建築サービス（株）との出合は，同社の技術開発室長斎藤正義取締役が清水の先代ビルコン部長であったことから始まったもので，清水を通じて特殊な貸ビルであることを理解してもらうのに役立った。協会としても会館の体面を損わぬ限りテナントが使用し易いように，また独自性をもって使用できるように設計面でも協力した。第一建築サービスが協会専用部分以外を一括借用して入居することが決ったのは53年2月で4カ月余りを要したが，これは他にも候補ビルがあったためである。

第一建築サービスはビルのメインテナンスを主要業務とする会社であるが，同業のなかの一

流企業で第一勧銀や清水建設も株主として参加しており，迎賓館・国立劇場・銀座第一ホテルその他多数の優秀ビルのメイントナンスを行なっている。社長や専務は宗教家西田天香先生の門におられたことがあり，そのためか社員の精神教育に厳しく，また月に一回宛全員が出勤前に靖国神社の境内と事務所附近(市ケ谷から麹町通りまでの街路)の清掃奉仕を行なっている。異色の会社である。

テナント問題が解決して漸く会館建設も軌道にのり，建築委員会も忙しくなった。

地学会館の設計[1]と工事[2]は清水建設に，協会側の建築管理は平山建築研究所[3]に正式に決り，また建築委は作間富正氏を嘱託として経理関係に誤りなきを期した。

いよいよ建築に進むとなると事前になすべきことが幾つもあった。先づ定款に基づく協会内の諸手続き，監督官庁である文部省に対する諸手続き，それに面倒な近隣折衝があった。これらは庶務担当の理事でもあり過去の経緯を知っている片山委員長が担当した。近頃の建築では法律で許容されるものでも近隣の合意が得られないと建築許可が下りないので，近隣の合意をとりつけることは建築の第一歩といってもよい。片山氏は清水の建築事務部岡田正作次長を参謀として，日照権補償，騒音迷惑料などを次々と処理されたが，近隣の申出のなかには随分理不尽と思われる一方的なものもあり，それを承知の上合意をとりつけるために譲歩を余儀なくされた場合もあった。

仲間褒めするのは気がひけるが，どちらかといえば直情径行型の片山氏が，良く面倒な交渉に堪えて建築許可申請前に話合をまとめられたことを私は高く評価している。また長期間テナントであった日本テレビの立退きも，事務局段階では難行していたが，末野氏や山内肇氏が乗りだされてビル解体前に無事片付いた。

建築期間中の仮事務所は二番町から遠くない場所を物色し九段南４丁目の富士ビルに落着いた。このビルの管理責任者藤城正己氏は元日本電子顕微鏡(株)の常務だったので地学協会に好意をもってくれ，短期間の借用期間なるにも拘らず未使用のフロアを快よく貸してもらえた。事務所の引越には平山氏が，図書類の日通汐留倉庫への運びこみは木村氏が当った。図書は書架に整理されたもののほかに未整理のまま積み累ねられたのが各所にあって，とても取捨選択する時間はなく全部を倉庫に送り込んだが，カートンボックスで667個にも達した。

私には会館の採算性が――一応採算性ありということで新築に踏みきっているのだが――気がかりであった。過去に資源開発のフィージビリティイスタデイは度々行ったが，貸ビルの長期採算性の検討は初めてなので見馴れない項目も多く，各方面の方々の知識を借りながら計画案を当り直した。これまでの計画案は会館収益から1,200万円/年に協会に振り向けるという構想でできていたが，この金額は最近の貸室収益とほぼ同じである。これではせっかく新館ができても協会の運営費は，増えるどころか設備の良いビルの経費増分だけでも少くとも減少する。況んや協会活動を活発にすることなど思いも寄らない。

それで1,500万円を協会に振り向けることにして試算するとこれ迄の計画では採算がとれないので種々の対策が必要となった。第一は建築費の削減で，既に設計がすみ細部の仕様がきまりつつあるさ中だったので，何処の仕様を落すかが問題であった。当然タイル張りを止める

1) 清水建設・建築設計本部第３部　山本俊介設計部長，中田幸男設計課長，江中伸広技師
2) 同建築第３部　今村治輔部長，福家功次長，中村辰美課長，大島直樹作業所長
3) 平山嵩所長，橘本秀世所員

という案も出たがこれには強く反対した。次にはテナントからの保証金の増額と，その無利子据置期間の延長による資金コスト減を計ることだったが，相手方の社内事情もあって仲々まとまらず，最終合意に達したのは賃貸借予約契約の結ばれる僅か半月前であった。尚，もっと後(53年秋）のことになるが，長期資金の借入先を既に融資承諾書をもらっていたT生保からS信託に切りかえた。当時経済活動が停滞し資金需要の低い時期に当っていたためS信託が遙かに好条件の融資を申込んできたためである。これは初年度で144万円，返済期迄には900万円余の金利節約になるので，片山氏から借入先変更を理事会が承認したとの連絡を受けたとき快哉をさけんだものである。

一方第一建築との折衝および契約書の成文化もこれらと並行して進められた。両者の話合の基本的な点を確認する覚書の交換（3月17日）が遅延したので，それを追いかけるように4月1日（旧館取り毀し開始日）神田学士会館で賃貸借予約契約書の調印式が行なわれた。坪井会長以下理事監事と第一建築サービスの丸橋博行社長以下全役員はこの時はじめて顔を合せた。予約契約は協会側には建築の義務，テナント側には完成後入居の義務あることを明確にするものであるが，実質的には賃貸借契約であるので文章の表現等も含めてできる限り詳細な入居条件を決めることとし，第一建設の深堀泰一取締役（元朝日生命不動産部長）とかなりの時間をかけ作成したもので，最終草稿は調印式の僅か数日前に漸くまとまったものである。

工事は53年4月1日旧館の取り毀しからはじまった。旧館は昭和5年2月起工，同10月15日落成した延131.84坪の鉄筋コンクリート総2階の建物で，設計は工学士子爵岡崎恭光，建築請負は小柳組である。約50年の勤めを果したこの建物は最近英国から輸入されたジョウクラッシャ型のニブラー油圧圧砕機で2カ月たたずに姿を消した。この期間は通常近隣から最も苦情のでる時だが，幸いこの新兵器は騒音も少なく，且つ埃もあまり飛ばさなかったために，全く苦情を申し込まれずその後の工事期間中近隣との円満な関係を保つのに役立った。

6月1日地鎮祭を行ない地下部分の掘削が始められた。53年は梅雨が短かく，また秋の台風も殆んどなかったので工事は順調に進み，10月4日には上棟式がすみ，12カ月の予定工事期間が1月繰り上って4月末落成を見た。この間災害事故が全くなかったのは幸せであった。

新会館は敷地がほぼ方形なので9本の支柱を軸に両側にコアをもつ基本形により設計された。入居者と協会がそれぞれ独立して使用できるように入口を2個所設け，協会は内部階段により2F全部を使うことにした。このまま進めば問題はなかったのだが，54年1月突然設計変更の必要が生じた。それ迄の設計では，1F奥の駐車場への車道は中央支柱の左側にとってあったのだが，その出口の一部が地下鉄排気孔を通ることから建築許可のとれないことが判明したのである。既に詳細設計の段階に進み全面的な設計変更が困難な時期にさしかかっていたので車道を支柱の右側に移さざるを得なかった。そうなると1Fの面積が著しく減るので，それを少しでも補うため駐車場の一部に拡げることにした。更に悪いことには2月早々近隣折衝をまとめるため北側を当初の設計より1m引きこめることを余儀なくされた。

建物の内装については殆んど清水の意見をとりいれたが，外装は会館の顔でもあるので決定する迄に時間がかかった。53年8月13日外装タイルの試作品を清水が持参するという日，私は非常な期待をもって会合に出席した。というのは地学会館の両側のビレは白色と黒灰色で，それらとも調和し，しかも気品のあるビルとするにはどういう色調が適当か，自分なりの結論が出せずにいたからである。それで2ないし3のサンプルが提示されるものと予想していたとこ

ろ，示されたのは暗黒灰色のつや消しタイル一種であった。これで yes か no かといわれても即答するわけにはゆかない。

この会館だけを考えると，１Ｆと２Ｆとの間のスパンドレルは打ち放しのコンクリートで，この灰白色のアクセントを生かすには濃色のタイルがいい。私は幾つかの黒色・青黒色のタイルを張ったビルを見て廻ったが，たまたまそれらは全部大型の光沢タイルで，なかには感心できないものもあって“黒”の難しさを感じさせられた。それらに比べると提示されたものは小形タイルにマット釉をかけたもので，同じく黒色系統といっても独自性があり隣接黒灰色ビルの亜流となる心配もなく，また白色ビルとも良く調和しそうである。。一方建築管理をお願している平山嵩先生は太平洋画会に属しておられるだけに色彩には喧しく仲々頭をたてにふられなかったが，先生の提案で窯変によって生じたやや淡調に焼けたタイルを混ぜて変化をもたせることになり，やや紅味を帯びたものと青みを帯びた窯変タイルを配合したパネルが試作された。しかし小さなパネルでは配合の効果が判然とせず，工場（伊奈製陶の上野外装工場）で大形のパネルを作ってもらいそこで結論を出すことになった。

９月の快晴の一日，10人近くの関係者は美人コンテストの審査員よろしく，大形パネルの置場を変えながらいろいろな角度から眺めすかしたが，窯変タイルでは期待の効果は無理という結論がでて，約30％の配合タイルはコバルトクローム系の青緑色顔料の分量を若干増して別に焼成することになった。既に棟上げの終った工事現場で２種の新しい試作パネルから最終的に現在の外装タイルに決ったのは11月10日で，タイル決定のタイムリミットぎりぎりであった。清水のタイル検討開始から半年を要した難産だっただけに，工事現場の外覆いが外されて会館が全容を現わすまで一抹の不安が残っていたが，幸いに来館者の評判も良いので関係者の一人として喜んでいる。尚このタイルの原料は，75％が伊賀から設楽にかけて分布する曹長石系の阿山長石，25％が伊賀上野盆地の島ケ原木節粘土で，これに黒色，青緑色，濃ピンク系の顔料を加え，マット釉（つやけし釉）をかけて焼成したものである。焼成温度は 1,150°C なので厳密には炻器（せつき）タイルである。

２階のロビーにあがる内部階段の右壁には消防法による排煙窓だけをつけるのが最初の設計であった。これではロビーの雰囲気が殺風景になりかねないのと煉瓦色の内装タイルも生かせないので，排煙窓を上隅におしやり飾り窓を取付けることにしたが，市販のガラスには適当なものが見つからず予算をやりくりしてステンドグラスを入れることに決った。

ステンドグラスは建物にはめこむので，気に入らぬからといって取替はできない。それで何処あるいは誰に注文するかが問題であった。私は親しい彫刻家を通じて美大の先生たちの意見を聞き正統派のステンドグラス作者大伴二三弥氏に白羽の矢をたてた。(同氏の作品はあちこちにあるが，東京駅北口の総武線におりる階段上の福沢一郎原画“天地創造”の大きなステンドグラスは代表作の一つである)

飾窓には，はじめ縦長の一対を考えており大伴氏は製作を内諾されたが，その後２枚分を１面にまとめたうえ（1.5×1.4ｍ)，花鳥などの装飾模様ではなく，氏の得意とする抽象的な作品を，とお願したところ今度はなかなか頭をたてに振らない。これも無理のない話。既成の図柄をもとにした商業製品と芸術作品の製作とでは，作者の負担も覚悟も全く違うわけで，他にも予定の仕事をかかえている氏が二の足を踏んだわけである。しかしようやく引受けていただき現在のものが出来上った。題名は“陽光”。抽象画だから説明は要らないわけだが，画面右

よりの小型スラブで南北にのびた部分は，日本列島を象徴するものと見ていただいてもいい，という作者の言葉である。尚ガラスは全部フランスのものである。

52年2月から備品什器の検討を始めた。一応どの程度の家具を揃えるか決めた上，綜合家具メーカー3社を選び競争入札を行ない，併せてインテリア専門家の意見も聞いた。この方法は購入価格の引下げに役立った。また事務所および書庫については平山委員が実測して案を作成した。前述したように事務室が狭いので内装工事中に窓口の面を許せる限り前面に押し出して2m² 程かせいだりしたが，とてもこれでは販売図書図面類を収容できないので書庫に格納棚を作らざるを得ない，という案であった。これは結果的に書庫本来の収納力を減らすことになったが，背に腹は変えられないぎりぎりの線であった。

4月に入って工事は追い込みにかかったが20日をすぎても未完の部分があちこちにあり，果して期限迄にでき上るか心配されたが，流石に餅は餅やで月末には一応引渡しのできる形となった。

入居者との賃貸借本契約，金銭貸借契約（預った保証金に関するもの），会館管理委託契約（協会の管理業務をへらすため清掃警備その他を第一建築サービスに委託した）その他覚書などの折衝，館内規則の作成なども，落成を目前にして積極的に進められた。賃貸借契約は一年前予約契約を結んだとき可成り細かい点までつめていたので，比較的簡単に決るものと考えていたが，実際に作業をすすめてみるといろいろ異議希望がでて，最終合意に達したのは4月下旬であった。

私が会館建築に携わるようになったのは，丁度2年前の9月，片山信夫氏が来宅され委員就任を懇望されたのが始まりである。事務局なしでビルを建てようというのだから，名前は委員でも実務を全部やらなければならない。そうなると会館ができる迄は，自分の他の計画は放棄する覚悟が要る。私は11～2年前迄の10数年間評議員を勤めていたが，その後は外地の仕事をしていたので最近の協会活動とは全く関係なく，その内部事情にも疎く，果して貴重な60歳台の半ばを奉仕する必要ないし価値があるだろうかと自問自答した。

結局片山氏の熱意にほだされて委員を引受け，同氏と共に会館新築業務に優先的に時間をさいて2カ年を過してしまった。

新地学会館は決して理想的なものとはいえないが，ともかく協会の経済危機を脱却する足がかりができたので，これを機会に前向きに発展を図ってもらいたいと思う。

尚，最後に書き加えておきたいことがある。旧地学会館は昭和5年京橋紺野町の土地を処分した資金で現在の二番町の土地を購入旧館をたてたもので，その後貸室用に3Fを増築したときは二番町の土地の一部を売却してその費用を賄っている。何れの場合も自己資金で新増築しているので鷹揚な経営をしていても資産に疵のつく心配だけはなかった。それに対して今回は5億円に近い借入金によって建築したもので，今後20年にわたって，債務返済の義務を負うものである。従ってこれからは長期的視野のもとに合理的な運営を是非実行していただきたいと思う。(54/9/10)

東京地学協会創立100周年記念行事

協会創立100周年を記念して，昭和54（1979）年11月1日・2日の両日にわたり式典，祝賀パーティーおよび公開講演会が下記のように盛況裡に取り行われた.

1．式典

11月1日（木）10時30分～12時

坪井誠太郎会長の式辞，保柳睦美100周年記念事業実行委員長のあいさつにつづき，文部大臣，日本学士院長，日本学術会議会長，日本地理学会会長から祝辞があった．式典参列者は67名を数えた.

式　辞

東京地学協会会長　坪井　誠太郎

東京地学協会創立百周年を記念し 今日ここに式典を挙げますことは まことに喜びに堪えません。また，ここには多数の来賓のご臨席を忝くし ことに 文部大臣 日本学士院院長 日本学術会議会長からはお祝辞をいただくことになっております。会員一同深く光栄とするところでございます。

本協会は 明治12年（1879年）北白川宮能久親王 を会長に推戴して発足いたしましたが，さらにさかのぼりますと，その前年 渡辺洪基 榎本武揚 花房義質 鍋島直大 長岡護美 の五名による提案が そもそもの初めであります。これらの諸賢が本協会の 設立を企図した 所以は何にあったかと申しますと，当時明治維新の理想に即して 新日本を 建設するには 地学の用のきわめて大きいことを各自の海外生活の体験にもとづいて深く認識したことにあります。この設立の主旨は 明治12年の第1回大会の席上における 会長演説中に明示されております。その記録を見ますと，たとえば次に引用する文があります。

「今や封建変シテ郡県トナリ各人其才力ヲ用ユルノ区域頓ニ張大シ苟クモ事業ヲナス者ハ国内各地ノ情況ヲ尽スヲ要シ鎖国変シテ開国トナリ宇内各地ニ往来交通スヘキノ道開キテ更ニ其区域ヲ張大シ宇内各地ノ情況ヲ尽サヽルヲ得ス是ニ於テ近来地学ノ需メ更ニ多キヲ加ヘ‥‥」云々

また，この記録中には，地学が 農工商の勧奨 運輸 政治 国防 航海 通商 攻戦に必要であることを説いた個所がありまして

「内富強ヲ謀ルヘク外威徳ヲ伸フヘク一モ地学ニ其資ヲ取ラスンハアラス‥‥地学ノ用広且大ナリト云フ可シ」云々

という文があります。

この主旨は当時の社会上層の人士の共感を呼び，皇族華族朝野各界の枢要な地位にあった名

士が続々入会しました。

以後，本協会はこの主旨により 地学の普及， 地学を通じての国際交流親善， 地学功労者の顕彰，未明地域の調査探検等 数々の事業を行なって今日に至りました。それらのうちには 国家社会に 対する大きな寄与となったものも少なくありません。 私どもは 今日この機会に当たり 既往を回顧し 設立者ならびに歴代会員の功績を鑽仰し 深甚なる尊敬感謝の念を捧げます。

創立以来星霜百年，昭和54年（1979年）の現時点における地学界の状況を見ますと，学問としての地学は今は多数の分科に細分され，各分科にそれぞれ専門の学会があり，新研究の発表が盛んに行なわれております。真に喜ぶべき姿であります。 しかし， 東京地学協会は これらの諸学会とは使命の重点を異にしております。各専門学会の主目的は，その分科における最前線を開拓して 学問そのものの 進歩を 図ることにありますが， 本協会の主目的は，地学の諸分科における学識者および 地学に関心をもつ各界の有志者が相寄り 互いに啓発し またその 識見を集めて 地学を振興し， これを通じて 世界的視野のもとに 国家社会に 寄与することにあります。そして，会員はこの事に自ら進んで参加協力することを喜びとする篤志者であります。これは，本協会の伝統的な性格であり，その存在の主要な意義もここにあると見ることができます。

本協会は，戦後における 諸般の事情の影響を受けて，事業遂行上困難の多い 境遇に陥り，その後遺状態は今なお続いております。当事者一同は，これを脱却することに力を注いでおりますが，その結果の一つの現れとして，本年５月 現在の「地学会館」が新築落成いたしました。その衝に当たった 会館建築委員会の 委員長 片山信夫会員， 委員 木村達明会員　坂倉勝彦会員 および 平山健会員 の 献身的尽瘁は 一同の銘記するところであります。また，今後の運営について最も適切な方途を探究するために 昭和51年 将来検討委員会を設け，末野悌六会員を委員長として目下討議を重ねつつあります。このようにして，会員一同使命の達成に精励しているのが現状であります。なお，正会員のほか法人またはその他の団体であって，本協会の目的および事業に賛同する賛助会員があります。また，外部の諸方面からも直接間接の援助に浴することがありますのは 感激感謝の次第であります。

今，東京地学協会第二世紀の初頭に当たり，私は前途のますます隆盛ならんことを祈念いたします。 私は， 本協会の特殊な性格　その存在の意義が 世のあらゆる方面に周知され正しく理解されることを切に望んでおります。そして，広く各界の方々からのご支援を得て，本協会の社会に対する奉仕を増大させることができますならば まことに幸いである と存じております。

昭和54年11月１日

東京地学協会100年の歩み

The Outline of the Centennial History of Tokyo Geographical Society.

Mutsumi HOYANAGI.

創立100周年記念事業実行委員長　保柳　睦　美

本日ここに東京地学協会創立100周年記念式典が行なわれるに当たり，本協会の長い歩みの道の概略を申し上げ，併せて本協会が今後ますます発展すべき道を各位にお考えいただく参考に供したいと存じます。

長い間にわたって鎖国を続けてきた日本の開国後，渡辺洪基（のちの東大初代総長）・榎本武揚その他，本日お手許にさし上げました「東京地学協会100年編年史（抄）」の（前史）に列記してあります諸名士が，外国での駐在や留学の経験から，たとえばイギリスには Royal Geographical Society, ドイツやオーストリアには Gesellschaft für Erdkunde の名の学術団体がすでに組織されていて，世界の諸地域や地表に関する新しい知識を普及し，国民の啓蒙や国家のために大いに役だっていることを知り，日本でもこれにならって諸外国や地表に関する新しい知識を吸収，普及し，さらには国際親善にも役だつ組織を設置することが急務であると感じました。そこで明治12年（1879）3月に同志が集まり，北白川宮能久親王を会長とし，ここに東京地学協会が設立されたのであります。

折しもスウェーデンのノルデンショルドが北氷洋の航海に成功して来日した機会に，本協会はイギリスやドイツのアジア協会と共催で歓迎会を開き，ノルデンショルドには本協会から記念メダルを贈りました。この会合には会員をはじめ，政府高官や外国の外交官も多数参加して，実に盛大であったと記録に残っております。この会合は外国の団体と共催であったから多数の外国人も参加したものとお思いになるかもしれませんが，当時の本協会の性格の一端を示すもうひとつの記録をあげますと，役員の一人であり，元老院議長・日本赤十字社長であった佐野常民先生の提案により，明治22年（1889）に東京地学協会が芝区芝公園円山（まるやま）に伊能忠敬の測地遺功表を建設したときの除幕式の参列者に関するものであります。これには「大臣・各国公使・枢密顧問官・元老院議官・陸海軍将校・帝国大学教授・市参事会員・各学界代表者・内外新聞社員・東京地学協会会員・伊能家遺族・遺功表資金義捐者，その他内外紳士無慮五百名なり」とあります。

これらの例からも推察されますように，創立からしばらくの間の東京地学協会は，皇族を会長または総裁にいただき，おもな役員には華族・名士などが名を連ね，学者には坪井会長の尊父坪井正五郎先生のお名前もありますが，その数はそれほど多くはありませんでした。すなわ

* Chairman, the Executive Committee of the Centennial Celebration

ちこのころの本協会は，日本の上流社会の人々を中心とした半学術・半国際親善団体のような性格をもったものであり，したがって本協会の年会（総会）は，日本の華族・高官・財界人・外国の公使などの豪華な顔ぶれが揃ったものでした。また協会運営の費用も，おもにこれらの人々の寄付金によってまかなわれたことも，現在の協会とは非常に違った点でありました。

もっとも協会の講演会では，外国を視察して帰られた人，外国の種々な調査を実施された人，地表に関する新しい科学的知識や観測技術を身につけた人などの話がおもに行なわれましたことは，当時の機関誌「東京地学協会報告」の内容からもわかります。また日清戦争後は朝鮮・北支那などの地図も発行して，これらの地域に対する世人の科学的関心を高めました。こういう事業の成果が評価されましたためか，明治33年（1900）には文部省から公益学術法人として認可されますと，そののちの役員の顔ぶれもかなり違ってきました。すなわち神保小虎・田中阿歌麿・小川琢治・荒井郁之助・山上万次郎・伊木常誠（つねなか）・志賀重昂（しげたか）・佐藤伝蔵・菊池大麓・白鳥庫吉・脇水鉄五郎・井上禧之助・大森房吉・福地信世などの諸先生が主役を務められて学術団体としての性格が濃厚となる一方，華族や社会的名士のお名前が減少するようになりました。また会員数も発足当時は100名にも足りなかったのが，明治30年ごろには150名ぐらいに増加しておりますが，会員資格にはかなりの制約があったものらしく，したがって東京地学協会の会員であることは，本人の栄誉でもありました。そして明治41年（1908）には志賀重昂・山崎直方（なおまさ）両先生の御尽力によって，中央アジアの大探検家スヴェン・ヘディンを招き，その講演会を開きましたときには，会場には720名余の聴講者があふれ，講演が終り，文部大臣菊池大麓先生の発声で一同が斉唱した「スヴェン・ヘディン博士万才」の声は，講堂をゆるがすほどであったと聞いております。

日露戦争後は北支那・朝鮮・樺太・シベリアなどの地図・地質図・地質鉱産図などを刊行しましたが，ここで特記に値することは，シナの地学的調査に非常な熱意をもって臨んだことであります。すなわち本協会が現地調査を依嘱して完成した石井八万次郎著「揚子江流域」（大正２年）と野田勢次郎著「中支那及南支那」（大正６年）をきっかけとし，これがそののち山根新次・福地信世・早坂一郎その他の諸学者を加えての広範な調査によってまとめられた「支那地学調査報告」（全３巻）およびこれに関連して刊行された「同地形及地質図」「同化石図譜」（大正６～９年）はドイツのリヒトホーフェンや欧米人による調査をしのぎ，日本の学者によって完成した大事業でありました。これは外部からの寄付金並びに井上禧之助先生の御好意により，農商務省地質調査所の援助によって遂行されたものでありました。

一方，大正６年（1917）には京橋区西紺屋町に本協会の会館が完成しましたし，「東京地学協会報告」のあとをうけて刊行されるようになった「地学雑誌」は，わが国地学の最高指導雑誌としてその名を高めておりました。こうして本協会は不動の地位を固めたようにみえましたが，実はこのころから協会の性格の上に種々な問題を内蔵するようになっていたのであります。まず本協会と地質調査所との関係が密接となって，本協会の仕事としては地質学的研究調査が主流となってきました。これは当時としては，きわめて自然のなり行きでありましたが，社会的名士や財界方面では，こういう純学術的調査の成果に対してはあまり評価ができなくなり，ために本協会の財政にもゆとりが少なくなってきました。さらにこのころから諸科学の分野が次第に細分化しはじめ，これに応じて多くの学会が次から次へと生れ，地学という名のような漠とした広域分野に対しては，若い学究者の関心が薄れてきました。それよりも最大の打

撃は，大正12年（1923）9月1日の関東大震災によって，せっかく完成した会館のみならず，蔵書や資料の全部を焼失したことであります。

このころには会員数も300名近くになっておりましたが，こうしてすべての有形の財産を失なった本協会をいかにして復興させるかは，その当時およびその後の役員であった井上禧之助・福地信世・中村精男・斉藤七五郎・伊木常誠・大村斉・岡田武松・金原信泰・保科正昭その他の諸先生の頭を悩ませた大問題でありました。そして何回もの談合の結果，それまでの協会の所有地その他を全部売却し，かつ方々から資金を集めて新しい土地に会館を新築することになりました。これが麹町区下二番町（現在の土地）に生れた地学会館であります。もちろんそれまでの間にも地学に関する諸活動や，東亜地質図（200万分1，昭和4年）のような巨大な図書の刊行も行なわれましたが，何としても建物の内容を整え直すことに最大の苦心が払われてきました。しかしそのうちに第二次世界大戦が起こり，この間には地図や雑誌の編集を通して中国や南洋に関する科学的知識の普及にも努めました。ところが敗戦後はすべての社会情勢が変わり，民主的学術団体となりました本協会も，その維持すらむずかしい状態に陥ってしまいました。

これをどうやって切り抜けてきたかは会員各位も御存知の通り，会館には協会の事務室と会議室だけを残し，あとは全部日本テレビに貸していた実情からもお察し願えることと思います。これを別な面から申しますと，幸いにしてわずかな戦災ですんだ本協会の財産がなかったならば，本協会の存続は不可能であったかもしれないのです。これは諸先輩に深く感謝しなければならない点であります。この苦難の間にも，本協会は後世に残るいくつかの事業を完成しました。たとえば協会ではその費用は援助できませんでしたが，昭和27年（1952）には小倉勉先生を委員長とした編集委員会は東亜地質鉱産誌（3巻）の刊行に続いて127図幅を数える東亜地質図（25万分1）を編集し，昭和42～47年（1967～71）には前記書物の英訳書（3巻）を刊行しました。また昭和40年（1965）には，飯本信之先生を委員長とした委員の尽力によって，港区芝公園に伊能忠敬測地遺功表が再建されました。

とは申すものの，本協会の前途を考えますと多難なことが多いようで，なかなか明るい気持にはなれませんでした。しかし最近になって光明が見えてきました。その第1は，科学者の間では諸科学の細分化の欠陥に気づき，広い視野からの研究調査の必要性が認識されるようになってきたことであります。換言すれば本協会のように広域分野の研究・情報を普及し，国内的および国際的提携にも貢献できる学術団体の存在の重要性が再認識されてきたことであります。これを反映してか本協会の会員数も次第に増加して約530名を数えるまでになりましたし，会員外の地学雑誌購読者数も増えてきました。この傾向をふまえて，本協会としては今後どのような方向の研究調査やその普及に重点をおくべきかが，佐藤光之助理事を中心としていろいろと討議されてきました。この100周年記念事業における記念講演も，この方向のひとつとして計画されたものであります。

第2は地学会館の新築であります。昭和5年に建築されました会館もすでに古くなり，何とか新しいものにしたいとの希望は，会員のだれもが抱いていたものでありました。しかしその実現には余りにも困難な事情が多く，数年の間はただ夢のような希望にとどまっていました。ところが片山信夫理事を中心とする建築委員会の人々が，あらゆる困難を克服して会館新築にまでこぎつけられました。しかもこのことは本協会創立100周年記念事業の一環として計画さ

れたものではないのに，この完成が100周年と一致したことは，単なる偶然とは片づけられず，私たちはこの新会館においてこの式典を挙行するという，この上ない幸運に恵まれたわけであります。そして今後はこの新会館を本拠としての躍進が期待できるようになったのであります。

最後に，この創立100周年記念事業に対して多数の会員や諸会社，諸団体から多大の御好意をいただき，寄付金も予想額を越えました。これによってこの式典をはじめ2日間にわたる記念講演会の開催，さらには本協会創立以来の雑誌の総目録作製という大きな仕事が遂行できる見込みがたちましたことを実行委員長として厚く御礼申し上げます。

祝　　辞

文部大臣　内藤　誉三郎

本日ここに社団法人東京地学協会創立百周年記念式典を挙行されるに当たりひとことお祝いのことばを申し述べます。貴協会は明治の初め欧米諸国の諸学界の実情を調査された先達が我が国においても地学に関する協会の必要性を痛感し地表地下の自然及び自然と人間活動との関係などに関する科学的な新しい知識を普及することを目的として明治12年に東京地学協会として創設されその後明治25年には目的を同じくする地学会との合同により新たに東京地学協会として歩み出されたと承っております。以来西洋の近代科学思想の導入に努めさらに本邦及びその周辺地域における地学的調査を数多実施しその調査の成果は内外から高く評価されるなど着実な歩みを続けられ我が国の地学に関する研究の進歩普及及び国際交流に多大の貢献をしてこられました。

その間百年の長きにわたり会員相互の研鑽と連絡提携を図られまた研究発表学術講演会等の開催及び学術資料の刊行等活発な活動を展開され明治33年には早くも学術に関する公益法人として法的地位を確保され今日の洋々たる東京地学協会に発展されましたことはひとえに歴代の代表者をはじめ会員諸氏のたゆみない御努力と一致協力の賜物とここに深甚なる敬意を表するとともに衷心よりお慶び申し上げる次第であります。

今日我が国の科学技術は飛躍的な発達を遂げ国民生活の向上と産業社会の進展に計り知れない貢献をもたらしましたが反面資源の節約再利用及び公害問題など幾多の解決すべき課題も山積しております。特に資源の豊かでない我が国においてとりわけ地質学海洋学地震学等を包含している地学の分野におきましてはその基礎研究の充実が切に望まれるところであります。この点からも広い視野に立った地学に関する調査研究を一層進めさらには専門分化した関連諸分野との連携を図り総合的な地学の進歩普及を推進しようとする貴協会の果たす役割はますます増大するものと思われます。

このような時に際し過去一世紀にわたる協会の足跡を振り返り今後の一層の進展を期する契機を迎えられましたことは誠に意義深いことであります。本日の式典に当たり協会創立以来の輝しい業績をたたえるとともに今後の発展を心からお祈り申し上げまして百周年記念式典のお祝いのことばといたします。

昭和54年11月1日

祝　　辞

日本学士院長　和達　清夫

東京地学協会の創立百周年にあたり，日本学士院は心からお慶び申し上げます。

貴協会は創立以来広い視野に立って地学をみつめ，その普及に努め，伊能忠敬，間宮林蔵を顕彰し，或はノルデンショルド，スェン・ヘディンをはじめわが国を訪れた多くの学者と交流を行って来られました。また，アジア大陸の調査研究については，『支那地学調査報告および地図』，『東亜地質鉱産誌』をはじめとして多くの卓越した成果を発表されました。地学の振興のため大きな役割を果された貴協会の意義深い百年の歴史に対して改めて深く敬意を捧げるものであります。

ここに第二世紀に入られた東京地学協会は，創立の初心を忘れることなく，諸科学の分野が細分化する傾向にあるとき，益々広い綜合的な視野に立って調査研究を進められ，かつ地学の普及に努められんことを期待いたすとともに，わが国における地学の楽しい集いの場となりますようお祈りいたしまして祝辞といたします。

昭和54年11月1日

祝　　辞

日本学術会議会長　伏見　康治

本日，伝統ある東京地学協会が創立百周年を迎え，盛大なる記念式典を挙行されるにあたり，日本学術会議を代表してお祝いの言葉を申し上げます。

明治12年，我が国初期の学術団体として創立された東京地学協会は，地学に関する新知識の普及と研究によって，鉄工業，水産業，農林業，土木工業等，諸産業の開発と文化の進展に大きく寄与する目的をもって設立されました。以来，幾多の試練を経ながら先人，諸先輩の心血をそそいだ御努力と御研鑽が実り，これによって地学に関する知識の普及，振興ならびに科学的な基礎研究，応用研究の促進と確立に多大の貢献をされたのであります。このことは我が国のみならず，世界的にも広く知られているところであります。また，貴協会は国内のみならず，世界諸地域に関する調査研究，諸外国の学術団体や研究者との協力親善，知識の交流に努力され，極めて顕著な業績をあげておられるところであり，心から敬意を表する次第であります。また今年はこのように御立派な新地学会館を竣工されるなど，貴協会が御隆盛の一途をたどっておられますことは誠に御同慶にたえません。

今や，世界各国は，資源・エネルギー，人口，及び環境等の諸問題に直面しており，我が国においても，科学技術のあり方それ自体が，その根源から問い直されておりますが，人類の生存と地学研究との密接な関連において，今後の貴協会への期待は，ますます大なるものがある

と存じます。

私ども日本学術会議におきましても，その発足当初から，地質，地理，古生物等，地学関係の研究連絡委員会をもち，国内科学者の研究連絡をはじめ，国際学術団体への加盟の外，1957年には国際地理学会議地方会議を開催いたしました。なお1980年にはIGC東京大会の開催が予定されており，国際的な研究情報の交換，討論を通じてその成果が期待されているところであります。我が国科学者の内外に対する代表機関として，私ども日本学術会議としては，今後とも皆様とともに，学術の進展のためなお一層の努力を払って参りたいと存じますので，何卒御協力下さるようお願いいたします。

創立百周年の輝かしい日を迎えられました東京地学協会の，今後におけるさらに一層の御発展を心から念願いたしましてお祝の言葉を終りたいと存じます。

昭和54年11月1日

祝　　辞

日本地理学会会長　矢澤　大二

本日ここに貴会創立百周年の記念式典が挙行されるにあたり本会を代表して一言お祝いを申し上げます。

いまを去ること一世紀の昔，ときの先覚者によって創立された貴会が幾多の難局を克服しつつ，つねに期界の先達として輝かしい業績を重ねてこられたことに対して深い敬意を表します。多くの学問分野を基盤とされる貴会の今後に寄せる私共の期待はますます大であります。

ここに長年にわたって本会に寄せられた貴会の御友誼を想起しつつ，今日のよき日を迎えられた貴会に心からの祝意を表するとともに，貴会がその輝かしい伝統の上にさらに大いなる御発展をなされるよう祈念いたします。

昭和54年11月1日

式典参列署名者（署名順）

飯島　東	保柳　睦美	高島　清	坂倉　勝彦	片山　信夫	木内　信藏
矢沢　大二	坪井誠太郎	前島　郁雄	川上喜代四	橋本　克巳	正井　義郎
三上　知芳	山内　肇	末野　悌六	佐藤光之助	小林　貞一	歌田　実
平山　健	種村　光郎	清水　正秀	森　以知二	田中　薫	西沢章三郎
有沢　広巳	関原　彊	飯田　益雄	大島　敬義	小関　幸治	須貝　貫二
伊賀　秀雄	岩生　周一	高井　冬二	斉藤　正次	岡山　俊雄	中野　猿人
平田　洋一	西川　治	木野崎吉郎	柴田　勇	花井　哲郎	小野　吉彦
河野　義礼	中村　清雄	矢嶋　澄策	原田　育洪	藤原　辰彦	高崎　正義
牛島　信義	中村　克己	伏見　康治	柴田　賢	湊　秀雄	岸本　実
式　正英	五条　英司	近藤　慎吾	渡辺　光	尾崎　博	奥山　好男
松井　泰壽	佐藤　恭	武内寿久弥	森本　良平	虎岩　遠夫	兼子　勝
鶴田　均二					

2. 祝賀パーティ

11月1日（木）17時30分～19時30分

番町共済会館を会場として行われ，参加者は60名以上であった.

3. 公開講演会

2日間にわたり地殻と人間生活に関するつぎのような講演会が開催された.

第1日　11月1日　13：30～17：10

挨　拶　13：30～13：40　東京地学協会副会長　末　野　悌　六

講　演　13：40～17：10

(1) 化石エネルギー資源　石油公団理事　石和田靖章

(2) 地殻・水・資源　東京大学名誉教授　片　山　信　夫

(3) 地殻開発とその課題　金属鉱業事業団理事　佐藤光之助

第2日　11月2日　10：00～17：00

講　演　10：00～12：15

(4) 地殻と自然災害　東京大学名誉教授
元東大地震研究所長　森　本　良　平

(5) 最近の地震災害の特色　東京都立大学教授　中　野　尊　正

13：45～14：50

(6) 国土の開発史と保全問題　東京大学教授　西　川　治

討　論　15：00～17：00

司　会　東京大学名誉教授
成城大学教授　木　内　信　蔵

東京大学名誉教授　岩　生　周　一

以上の講演および討論は100周年記念特集として本号に掲載されている.

講演会出席者は第1日午後71名，第2日午前44名，同午後41名，合計156名であった。

講演会出席署名者（署名順）

有井　琢磨　兼子　勝　大八木規夫　那須　信治　山本　正三　滝沢由美子
堀江　元　山内　邦雄　清水　恵　田中　薫　福井　嗣子　清水　勇
池谷　知信　池辺　穣　斉藤　正治　石和田靖章　西川　治　中野　猿人
種村　光郎　佐藤　恭　髙島　清　篠田　均二　大島　敬義　岩生　周一
須貝　貫二　森本　良平　矢嶋　澄策　佐藤光之助　清水　正秀　梳山　利英
三土　知芳　片山　信夫　関原　彊　保柳　睦美　山田　隆三　和田　憲夫
牛島　信義　西沢章三郎　山本　俊介　朱雀　智介　安藤　武　肥田　昇
墨谷　裕司　杉浦　邦朗　金尾　直敬　草深源三郎　吉村　司　加地　時夫
林　雅弘　大串　融　小林　勇　飯山　敏道　茂木　睦　島崎　光清
吉田　善亮　佐々木　衛　繭部　龍一　前島　郁雄　小関　幸治　髙橋浩一郎
南日　俊夫　虎岩　達夫　池本　博美　寺西　洋一　倉持　文雄　辻　和毅
一ノ倉喜一　式　正英　木内　信蔵　三井嘉都夫　橋本　滋　中村　和郎
貝塚　爽平　島田　洋造　別部　松彦　橋本　克己　園川　響　岩井　源一
髙崎　正義　木野崎吉郎　松井　泰蒔　坂田　嘉雄　奥山　好男　武藤　博士
坪井誠太郎　末野　悌六　柳沢　昇　坂倉　勝彦　中野　尊正　川上喜代四
立見　辰珠　森　一男　家坂　貞男　河野　義礼　南日　教夫　青谷　知己
針生　均　木村　敏雄　髙井　冬二

東京地学協会100年編年史(抄)

(前史) オーストリア駐在書記官渡辺洪基は ウィーン在勤中, ウィーン地理学協会の会員となり, 日本にもこのような協会が必要なことを痛感し, 帰国後, 明治11年に, 榎本武揚(前駐ロシア公使), 花房義質(朝鮮駐在代理公使)と協会の設立についてはかる。たまたま, イギリスに長期留学中にイギリス王立地理学協会の会員となった鍋島直大, 長らくアメリカ・イギリスに留学中であった長岡護美が帰国し, この計画に賛同する。これら5氏は朋友とはかり, 同志十数名を得る。翌年2月に, 鍋島直大, 長岡護美, 渡辺洪基, 桂太郎, 北沢正誠の5氏が首唱し, 上野精養軒において, 同志16名とともに, 本会の設立を議する。同年3月, 北白川宮能久親王が本会の会長(当時は社長)就任を内諾され, 首唱者20余人が学習院に会し, 本会の設立を議決。

1879(明治12年) 学習院にて, 北白川宮臨席のもとに, 社員による選挙会を開き, 役員を選出する。社員総数96名。
第1回社員総会において, 北白川宮, 本会の設立の趣旨を演説される。
ノルデンショルド博士引卒の探検船ヴェガ号, 北氷洋初航海に成功の帰途横浜港に寄港, 本会は一行を招待し, 工部大学校において盛大な歓迎会を開き(イギリス・アジア協会, ドイツ・アジア協会と共催), 博士に本会特別記念メダルを贈る(→1979年)。東京地学協会報告の刊行を開始。

1880(明治13年) 大隈重信, 井上 馨らが首唱し, 小集会を開き, 本会の資金補助として若干の寄付を宮内省, 皇族・華族・財界人等に請願, 有志から保存基金の寄付を求めるなどの, 本会の前途興隆の方途を議す。
東京高師にて初の年会, 終って昌平館に大臣, 参議, 各国公使, 華族, 財界人等を招待し, 開宴する。
本会維持のための寄付金を永久に保存, かつ増殖するため, 基金寄付者の中から保存基金取締役を選出する。

1881(明治14年) 恩賜金1000円, 宮内省から伝達される。
第3回万国地学公会(後の国際地理学会議)(ベネチア)に本会の規則書, 報告書等を出品, 第五級褒賞状を受ける。

1882(明治15年) 伊能忠敬への贈位を建議(翌年2月, 贈正四位の恩典をうける)。
京橋区西紺屋町17, 18番地の売家を購入し, 学習院からここに本会事務所を移す。

1883(明治16年) 本会が首唱者となり, 伊能忠敬記功碑を高輪大木戸に建設することを決める(1887年, この件について東京府庁に願書を提出。→1889年)。

1884(明治17年) リヨン地学協会創立10周年記念陳列会に地図, 写真, 衣料等と寄贈する。同会から賞牌をうける。

1885(明治18年)　「基金が完結し，本会の保存の方途が確立した」旨の報告(第６年会)。

1888(明治21年)　創立10周年記念祭を東大小石川植物園に催す。各新聞その盛況を報道。

1889(明治22年)　東大地質学科を中心とした地学会が地学雑誌を創刊する〔参考〕。
芝公園に「贈正四位伊能忠敬先生測地遺功表」が竣工，去帕式には内外の高官その他約500名出席（高輪大木戸に建設する計画を変更，→1883年)。

1891(明治24年)　アメリカ軍艦アライアンス艦長テーロル氏のニカラグア運河開さく事業についての公開講演会開催（通訳，志賀重昂)。

1892(明治25年)　臨時総会で　地学会との合同を議決する。

1893(明治26年)　地学会と合同，同会の「地学雑誌」は以後本会が刊行することになる。
福島安正中佐，ユーラシア大陸単騎横断旅行を終えて帰国，同中佐の歓迎会を行ない　銀製記念章を贈る。同中佐の公開講演会を開催。
間宮林蔵への贈位を，故人の50年忌を機に，宮内大臣に要請（→1904年)。

1894(明治27年)　種子島・屋久島調査に研究者を特派（本会の自主的現地調査のはじまり，以後その例多し)。

1895(明治28年)　第６回万国地理学会議（ロンドン）に本会の出版物を出品する。
遼東半島現地調査を嘱託（他機関から出張した研究者に，本会があわせて調査を嘱託，以後その例多し)。

1899(明治32年)　創立20年大会。公開講演，地学関係の図書・模型の展示。

1900(明治33年)　パリ万国博覧会に本会刊行物，会員の著書等を出品，銅賞牌を贈られる。
中央太平洋学術探検船アルバトロス号船長アガシー博士の公開講演会（東京動物学会と共催)。博士に記念メダルを贈る。
青梅地方の公開見学旅行（以後各地でしばしば実施)。
本会，地学の奨励を目的とする公益学術法人として認可される。

1901(明治34年)　地学講習会（芝公園内正則中学にて。以後各地でしばしば実施)。

1903(明治36年)　本館倉庫と隣家の建築学会との間から出火，倉庫半焼，既刊の東京地学協会報告，地学雑誌の在庫品ほとんど焼失のほか，蔵書多数焼失する。

1904(明治37年)　ルーマニア地学協会創立25年にあたり，特別報告書と銅牌を贈られる。
間宮林蔵に贈正五位，本会，遺族に代って受書を奉呈する。

1907(明治40年)　一般市民を対象とする学術講演会を開催（第１期～第３期にわける)，盛会。

1908(明治41年)　地方講演会を静岡市にて開催（以後，各地で。戦後においても同じ)。
スウェン・ヘディン氏を日本に招待。記念メダル贈呈。青年会館にて公開講演会を開催（通訳，山崎直方)。

1909(明治42年)　ベルリン大学ペンク教授公開講演会を開催（通訳，山崎直方)。

1910(明治43年)　第11回万国地質学大会（スウェーデン）に代表者出席。
清国地理地質調査に石井八万次郎を特派（翌年，再度特派する。→1922年)。

1911(明治44年)　幕末の地図学者および探検家の長久保赤水，古川古松軒，最上徳内，近藤重蔵の贈位記念講演会と遺品の展示会開催。

1912(明治45年)　中国出張の専門家に調査を嘱託する（翌年再度嘱託する。1918年にも同じ)。

1915(大正４年)　サラチャンドラダース氏のカンチェンジュンガ登山の公開講演会を開催。

1917(大正６年)　会館を修理，増築，東京地学協会新会館完成（着工に前年)。
臨時総会にて，これまでの本会の海外調査事業の報告と講演。

1921(大正10年)　第１回海外地学調査の地図，報告書を宮中に献納。

1922(大正11年)　「創立以来事業ノ状況ヲ被聞会」，金1000円，宮内省より下賜。
平和記念東京博覧会への出品に名誉大賞を贈られる。
御下賜金拝受および第１回海外調査終了の祝賀会を開催。

1923(大正12年)	関東大震災のため，会館，蔵書，資料すべて焼失，臨時事務所を芝区白金今里町（井上禧之助主幹方）に設置。地学雑誌２か月休刊。
1926(大正15年)	協会所在地を京橋区木挽町９丁目29番地への変更認可（地質調査所内）。 第３回汎太平洋学術会議（東京）に本会出版物を展示。
1927(昭和２年)	ノビレ少将の北極横断探検公開講演会を開催（商工奨励館）。
1928(昭和３年)	臨時総会にて，会館復興資金を作るため，京橋区西紺屋町の土地所有権，接続地の借地権を売却することを議決する。 ベルリン地学協会100年祭に代表者出席。
1929(昭和４年)	会館敷地として　麹町区下二番町48番地の土地202坪余を購入する。
1930(昭和５年)	イギリス王立地理学協会100年祭に代表者出席 会館竣工，開館式・創立50年　地学雑誌500号刊行を併祝する。 フィッサー博士のカラコルム探検公開講演会開催（２日間）。
1933(昭和８年)	アッカン博士のシトロエン中央アジア横断調査公開講演会を開催。
1944(昭和19年)	戦時下，金属回収策のため伊能忠敬測地遺功表撤去式（東京都と共催）。
1945(昭和20年)	地学雑誌休刊（1948年復刊，1951年より季刊，1961年より隔月刊）。
1950(昭和25年)	東亜地質鉱産誌編集委員会設置。
1952(昭和27年)	アメリカ地理学協会100年祭に代表者出席。
1954(昭和29年)	創立75周年記念講演会，祝典，ブルーン博士に記念メダル贈呈。
1955(昭和30年)	ロンドン大学スタンプ教授公開講演会（日本地理学会と共催）。
1956(昭和31年)	イェーテボリ海洋研究所長ペターソン博士公開講演会。記念メダルを贈呈。
1957(昭和32年)	国際地理学会議（東京）に出席の外国地理学者歓迎パーティー（日本地理学会と共催）。会議に出席のアールマン，スタンプ両教授(国際地理学連合会長，同副会長）にそれぞれ記念メダルを贈呈。
1958(昭和33年)	会館三階増築，披露式。以後，会館を地学会館と称する。
1959(昭和34年)	フンボルト，リッター100年祭，公開講演会（日本地理学会と共催）。
1960(昭和35年)	伊能忠敬記念碑再建を決定，旧碑の台座を修復（→1965年）。 アジア財団のホール教授に記念メダルを贈呈。
1961～1962年	他学会との共催による外国科学者の公開講演会あい次いで行なわれる（フィッシャー，ポウ，アターエヴィッチ，シュパン，アグレル氏等）。
1965(昭和40年)	伊能忠敬測地遺功表竣工，除幕式挙行。
1966(昭和41年)	第11回太平洋学術会議（日本）の見学旅行案内書の刊行を助成する。
1968(昭和43年)	伊能忠敬150年祭記念公開講演会を開催。
1969(昭和44年)	創立90周年記念式典，公開講演会を行なう。
1977(昭和52年)	第24回国際地理学会議（1980年，東京）を日本学術会議，日本地理学会と共催することを決定する。 ウプサラ大学スンドボリ教授公開講演会を開催。
1978(昭和53年)	フライブルク大学マンスハルト教授（国連大学）の公開講演会を開催。
1979(昭和54年)	新地学会館竣工，竣工式。 ノルデンショルド北氷洋周航100年記念シンポジウム を 日本地理学会，スウェーデン人類・地理学協会と共催を決定（今年11月）。 ホイベルガー教授，シュリュヒター博士公開講演会を開催。 創立100周年記念式典・公開講演会および祝賀パーティーを開催。

東京地学協会歴代総裁・会長

	総　裁	会長（明治16年までは社長）
明治12年～明治28年(1879-1895)		北白川宮能久親王
明治28年～明治33年(1895-1900)		閑院宮載仁親王
明治33年～明治42年(1900-1909)	閑院宮載仁親王	榎本武揚
明治42年～大正11年(1909-1922)	〃	鍋島直大
大正11年～大正15年(1922-1926)	〃	徳川頼倫
大正15年～昭和20年(1926-1945)	〃	細川護立
昭和20年～昭和45年(1945-1970)		〃
昭和46年～現在　(1970-現在)		坪井誠太郎

東京地学協会刊行物（主要なもの）

東京地学協会報告，第１年～第18年，明治12年～29年
地学雑誌，第５集～現在まで，明治26年～現在（総目録，多くの特集号刊行）

学海探求之指針　明治21年
台湾諸島誌（小川琢治著），同地図（前田秀実編　80万分の１）明治29年
地学論叢，第１輯～第６輯　明治41年～大正４年
樺太地誌（小林房太郎編）明治41年
揚子江流域（石井八万次郎著）大正２年
英和　和英地学字彙　大正３年（同４版，大正14年）
中支那及南支那（野田勢次郎著）大正６年
支那地学調査報告，第１巻～第３巻　大正６年～９年，同地形及地質図　第一帙～第二帙　大正６年，同化石図譜（矢部長克他）大正９年
日本鉱産誌（地質調査所編）125冊　昭和25年～35年
東亜地質鉱産誌（小倉勉他）第１巻～第３巻　昭和27年
Geology and Mineral Resources of the Far East. Vol. 1～3　1967～1971
伊能忠敬の科学的業績（保柳睦美編著）昭和49年

朝鮮全図（160万分の１）明治27年
北支那三省地図（160万分の１）明治27年
樺太地質概察図（100万分の１）明治41年
韓国地質鉱産図（井上禧之助編，150万分の１）明治41年
東部西比利亜鉱物分布図（400万分の１）大正７年
南支那全図，南支那地質図（ともに200万分の１）大正９年
北支那全図，北支那地質図（ともに200万分の１）大正12年
東亜地質図（200万分の１）昭和４年
東亜及南洋地質総図（福地信世編，1000万分の１）昭和７年
南洋地質図　４図幅（400万分の１）昭和７年
樺太地質図及び説明書（上床国夫編，50万分の１）昭和14年
東亜地質図幅，朝鮮・満州・華北（25万分の１）127枚，昭和29年～35年

役員等名簿（1979および1980年度）

名誉会員・名誉評議員・顧問・役員・評議員・委員

名誉会員　Thomas B. Nolan　辻村太郎　小倉　勉　大橋良一

名誉評議員　飯本信之　石井清彦　小林貞一　坪井誠太郎　三土知芳　和達清夫

顧問　川北禎一

役員
- 会長　坪井誠太郎
- 副会長　木内信蔵　末野悌六
- 理事　川上喜代四　木村達明　坂倉勝彦　佐藤　久　佐藤光之助　西川　治　山内　肇
- 監事　矢沢大二　矢嶋澄策

評議員

青柳 信義	池辺 展生	石岡 孝吉	井関弘太郎	磯見 博
市川 正巳	大杉 徹	片山 信夫	門村 浩	川上喜代四
河野 義礼	河村 武	木内 信蔵	岸本 実	木村 達明
木村 敏雄	倉持 文雄	高坂 晴男	五条 英司	坂倉 勝彦
佐藤 茂	佐藤 正	佐藤 久	佐藤光之助	末野 悌六
諏訪 彰	関原 彊	虎岩 達夫	中野 猿人	奈須 紀幸
西川 治	早川 典久	早川 正己	平山 健	藤本 治義
堀 福太郎	正井 泰夫	町田 貞	宮久三千年	茂木 昭夫
山内 肇	吉田 新生	吉田 栄夫	渡部 景隆	

編集委員会
- 委員長　前島郁雄
- 委員　井上英二　神戸信和　木村敏雄　五条英司　佐藤　久　式　正英　諏訪　彰　浜田隆士　前田四郎　松田磐余　茂木昭夫　山口岳志　山本正三

行事委員会
- 委員長　西川　治
- 委員　歌田　実　佐藤　茂　中村和郎　浜田隆士　吉田栄夫

会館委員会
- 委員長　山内　肇
- 委員　石和田靖章　梅沢邦臣　片山信夫　川上喜代四　木村達明　坂倉勝彦　佐藤　恭　式　正英　平山　健

図書委員会
- 委員長　岩生周一
- 委員　河野義礼　坂倉勝彦　戸谷　洋　浜田隆士　平山　健　前島郁雄

会員委員会

委員長　佐藤光之助

委　員　池辺　穣　岩生周一　小関幸治　坂倉勝彦
　　　　西川　治　前島郁雄

会計委員会

委員長　木村達明

委　員　猪郷久義　坂上澄夫

日本地学史資料調査委員会

委員長　小林貞一

委　員　石山　洋　今井　功　岡山俊雄　川上喜代四
　　　　木村敏雄　諏訪　彰　土井正民　湊　秀雄
　　　　渡辺武男

将来検討委員会

委員長　末野悌六

委　員　伊藤和明　岩生周一　尾崎　博　片山信夫
　　　　川上喜代四　木村達明　斉藤正次　佐藤光之助
　　　　坂倉勝彦　式　正英　虎岩達夫　西川　治
　　　　平山　健　前島郁雄　湊　秀雄　保柳睦美
　　　　森本良平　矢沢大二　渡辺　光

定款検討小委員会

委員長　渡辺　光

委　員　岩生周一　川上喜代四　斉藤正次　佐藤光之助
　　　　湊　秀雄

地殻開発小委員会

委員長　佐藤光之助

委　員　伊藤和明　岩生周一　川上喜代四　虎岩達夫
　　　　西川　治

創立百周年記念事業実行委員会

委員長　保柳睦美

委　員　荒川洋一　池辺　穣　石和田靖章　岩生周一
　　　　岡山俊雄　尾崎　博　籠瀬良明　片山信夫
　　　　川上喜代四　木内信蔵　岸本　実　木村達明
　　　　斉藤正次　坂倉勝彦　佐藤　茂　佐藤光之助
　　　　式　正英　末野悌六　諏訪　彰　高崎正義
　　　　虎岩達夫　西川　治　浜田隆士　前島郁雄
　　　　町田　貞　湊　秀雄　矢沢大二　矢嶋澄策
　　　　山内　肇　渡辺　光

I.G.C. 運営委員

　　　　坪井誠太郎　木内信蔵　末野悌六　川上喜代四
　　　　西川　治

地学雑誌 第835号　昭和55年2月20日印刷　昭和55年2月25日発行

編集兼発行者　前島 郁雄

発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
郵便番号102　電話東京(261)0809番　振替口座東京66278番

印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く）　（▲印新刊）

各 460円 〒 400円

上松、足尾、厚田、阿仁合、赤穂、秋葉山、岩内、飯田、今治西部、伊予三崎、岩館、宇部、宇部東部、襟裳岬、渡島小島、飫肥、大垣、大迫、大畑、近江長浜、大屋市場、鬼鹿、尾花沢、小浜、磐田、海南、唐津、冠島、霧島山、串本、鞍岡、甲府、国分、昆布森、猿留、須坂、垂水、田沢湖、但馬竹田、丹後由良、妻籠、土淵、都農、津山東部、都井岬、当別、動木、苫前、富高、那智、男体山、沼田、鰐崎、春立、羽幌、浜益、東茂住、鐙岳、平戸、人首、船津、幌加内、本岐、幌泉、母衣月、三日市、三厩、門別、吉野山、呼子、留萌

各 600円 〒 400円

網走、荒島岳、伊万里、内の浦、遠別、雄冬、渡島大島、奥津、鹿屋、上里、蠣ノ浦、加子母、金木、加治木、北見、草津、小口瀬戸、国領、佐用、志布志、周匝、男女群島、鷹巣、達布、田並、太良鉱山、近川、智頭、月形、徳舜瞥、仁位、西徳富、根雨、羽島、初浦、肥前高島付野母崎、日向青島、肥前江ノ島、弘前、深浦、三島、三田井、焼石岳、涌谷、若柳

各 890円 〒 450円

▲伊東、五所川原、妹背牛、△横田、脇野沢

850円 〒400円

山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

▲栗栖川、竹田、蓼科山、▲若桜

2,390円

〒 都内 450、第一地帯 550、第二〃 650、第三〃 750

浜松

各 1,390円 〒 450円

磯浜、伊良部島、岩沼、▲稲取、魚津、渡島福島、川尻、金華山、熊石、五城目、尻屋崎、▲修善寺、▲下田、竹貫、多良間島、鶴居、利島、富江、那珂湊、野尻

彦根東部、都城、▲屋久島西南部、八雲、陸奥川内、米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田、▲小諸、知内、大樹、館、多里、▲大正、津幡、飛騨古川、▲宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

秋田、上石見、▲木古内、本荘、▲神門、八が岳、▲湯沢

各1組 600円 〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦、大槌・霞露岳、大間・佐井、阿田和・新宮、伊予高山・八幡浜、掛塚・見付

1/20万 地質図　各 〒 300円

各440 円

石巻、男鹿島、唐津、高知、野辺地、羽幌、松山、輪島、伊良湖岬

各 620円

網走、酒田、新庄、標津、苫小牧、深浦、宮津、稚内

各 870円

岩内、天塩、広尾、尻屋崎

各 1,140円

根室、鳥取、剣山、斜里、留萌、釧路、豊橋、野母崎

各 1,310円

宮古島、知床岬

各 1,870円

静岡および御前崎、旭川

2,350円

弘前および深浦

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円 〒 400円

鬼首、高松、徳島、勿来

1/50万 地質図

1,950円

福岡

500円

八丈島、奄美大島

2,320円

釧路

以上〒 300円

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 2 (836), 1980

目　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1880
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物

（▲印新刊）

各 〒 400円

縮尺	図名	価格
1/200万	日本鉱床分布図帯(17-2,3,4)	3,010
▲1/200万	日本鉱床分布図(17-5,6)	2,120
1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,540
1/200万	日本地質図	1,560
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本鉱床生成図(14)	720
1/200万	日本鉱床生成図(15)	940
1/ 50万	後期新生代地質構造図東京	1,280
1/ 50万	地質構造図秋田	890
1/2万5千	佐世保北部	850
1/2万5千	生駒山地西麓部	830
1/2万5千	鬼　首	650
1/ 10万	石狩沖積低地	1,240
1/ 50万	第四紀地殻変動図近畿	1,580
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/ 10万	東京湾周辺地域の地質 (地質図説明書組の場合) 3,230	2,500 1,080
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/ 5万	阿寺断層周辺地域の地質構造図	2,520
1/200万	日本活断層図	930
1/5万, 1/10万	伊豆半島活断層図	1,390
1/200万	日本温泉分布図 } 組の場合 1,950	1,280
	日本温泉鉱泉一覧 }	930
1/200万	絶対年代図(16-1)花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)変成岩	900
1/100万	日本地質図	4,690 〒500
	構造図 5. 信越地域活構造図	1,560

海洋地質図　各 〒 400円

縮尺	図名	価格
1/ 20万	(Ⅲ) 相模灘及付近海底地質図	1,840
1/ 20万	(Ⅳ) 相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(Ⅴ) 紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(Ⅵ) 紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(Ⅶ) 琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(Ⅷ) 西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(Ⅸ) 八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(Ⅹ) 八戸沖海底地質図	1,970
1/100万	(Ⅺ) 日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/ 20万	(Ⅻ) 西津軽海盆表層堆積図	2,440
	▲(XⅢ) 日本海南部及び対島海峡	2,430
	▲(XⅣ) 北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

図名	番号	地域	価格
日本油田ガス田図	(Ⅰ)	青山奥	820
〃	(Ⅱ)	横　浜	820
〃	(Ⅲ)	横須賀	820
〃	(Ⅶ)	魚　沼	3,410 〒750
〃	(Ⅷ)	本　宿	1,510
〃	(Ⅸ)	七　谷	820
〃	(Ⅹ)	茂　原	2,140
〃	(Ⅺ)	佐　渡	1,510
同上	説明書	佐　渡	1,510

日本水理地質図　各 〒 400円

番号	地域	価格
(Ⅳ)	山梨県釜無川および笛吹川流域	650
(Ⅴ)	香東川・土器川・財田川流域	650
(Ⅵ)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	650
(Ⅶ)	千葉西部	650
(Ⅷ)	奈良県大和川流域	650
(Ⅺ)	長野県松本盆地	650
(Ⅻ)	兵庫県南西部	650
(XⅢ)	佐賀・福岡県筑後川中流域	650
(XⅤ)	都城盆地	650
(XⅥ)	仙台湾臨海地域	840
(XⅦ)	高知県・鏡川・国分川および物部川流域	650
(XⅧ)	福岡・大分山国川および駅館川流域	650
(XⅨ)	熊本県白川および黒川流域	650
(XX)	鳥取県日野川流域	840
(XXⅠ)	福岡県矢部川中流域	840
(XXⅡ)	山梨・長野県釜無川上流域	1,110
(XXⅢ)	長野・群馬県湯川および吾妻川流域	1,390
(XXⅣ)	長野県千曲川中流域	1,390
(XXⅤ)	島原半島	1,510
(XXⅥ)	長崎県諫早北高地区	1,260
(XXⅦ)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,260
(XXⅧ)	福島県郡山盆地	1,390
▲(XXⅨ)	福島盆地	1,540

空中磁気図　各 〒 450円

番号	地域	価格
(Ⅰ)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
(Ⅱ)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
(Ⅲ)	浜頓別―雄武―網走海域	590
(Ⅳ)	御前崎―浜松―豊橋海域	590
(Ⅴ)	西九州長崎―川内海域	590
(Ⅵ. Ⅶ)	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
(Ⅷ. Ⅸ. Ⅹ)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,030
(Ⅺ Ⅻ)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,030
(XⅢ)	福井-豊岡-隠岐海域	590
(XⅣ. XⅤ. XⅥ)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,550
(XⅦ, XⅧ)	天北-十勝地域	590
(XⅨ. XX)	日高―大雪地域	590
(XXⅠ. XXⅡ)	奥尻―津軽―西津軽―男鹿半島―酒田海域	1,030
(XXⅢ)	五島列島―野母崎―男女群島―甑島海域	1,030
▲(XXⅣ)	北見地域	590
▲(XXⅤ) (XXⅥ) (XXⅦ)		1,030

各〒450円(ただしⅠ．Ⅱ，Ⅲは都内550円
第一地帯670円　第二 〃 770円　第三 〃 870円)

図名	番号	地域	価格
日本炭田図	(Ⅰ)	常磐炭田図ならびに説明書	1,760
〃	(Ⅱ)	北松	2,930
〃	(Ⅲ)	留萠炭田大和地区	730
〃	(Ⅳ)	常磐炭田泉地域	730
〃	(Ⅴ)	釧路炭田新縫別地域	730
〃	(Ⅵ)	石狩炭田空知区東芦辺地域	1,330
〃	(Ⅶ)	釧路炭田北西部	1,330
〃	(Ⅷ)	雨竜―留萠	2,930
〃	(Ⅸ)	佐世保市南西部新	1,330
〃	(Ⅹ)	新潟県赤谷	1,330
〃	(Ⅻ)	佐世保市西南部地域ならびに説明書	1,760
〃	(XⅢ)	天北炭田地質図	4,190
		天北炭田炭層対比図炭柱図	2,650

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 600円　第一地帯 720円
第二 〃 820円　第三 〃 920円
並製 3,780円

写真 1 Mt. Pembroke とU字谷 (Milford Sound)

ニュージーランドのフィヨルド

Fiords in New Zealand

ニュージーランド南島の Fiordland には，その名のとおり，多数のフィヨルドが分布する。なかでも，Milford Sound と Doubtful Sound は，観光開発が進み，船を利用してフィヨルド内が見物でき，典型的な U 字谷（写真 1）や，水量豊かな滝を伴なう懸谷（写真 2）が，間近にみられる。

写真 2 は，The Lion と呼ばれるピークの直下で，カンブリア系の片岩からなる垂直に近い谷壁が形成されている。Milford Sound 内の最大水深400m がこの付近で記録されているという。Wilmat Pass 付近から Doubtful Sound を見下すと，フィヨルドとそれに伴なう諸地形が一望できる（写真 3）。

Westland に現存する Franz Josef と Fox の両氷河は，かなり低緯度（43°30′S 付近，日本でいえば，北海道中央部に相当する）に位置するにもかかわらず，その末端は，標高350m 付近にまで達している。これは，夏に気温があまりあがらないことと，冬の降雪量の多さに起因すると考えられる。この事実からみても，44°～46°S にかけて典型的なフィヨルドが発達していることがうなずける。

（1979 年 2 月松田磐余撮影 photo by I. MATSUDA）

写真 2 Stirling Falls (Milford Sound)

写真 3 Wilmat Pass 付近からみた Doubtful Sound.

地学雑誌 89, 2 (1980)

風穴の成因について

――過去における低温気候起源説に対する反論――

江川良武* 堀伸三郎**
坂山利彦**

On the Cause of the Subsurface Cold Air Circulation at Debris Accumulated Slopes

Yoshitake EGAWA Shinzabro HORI and Toshihiko SAKAYAMA

Abstract

Even in summer, the cold air, lower than average annual temperature by 10°C, is exhausted from underground through spaces within debris at the sites called "Fuketsu".

At the Fuketsu, the subsurface air circulation occurs. In winter, the air is inhaled from lower part of a slope, and exhausted at upper part of a slope. During this kind of the air circulation, the debris is frozen to even 50 m depth. In summer, the air circulation is reversed. The inhaled air is cooled to almost annual average temperature before arriving frozen debris. Due to these processes, debris remaines to be frozen untill autumn and this is the reason why the exhausted air in summer is abnormally cold.

The common ground condition of the "Fuketsu" is studied by relative comparison of 20 samples, and the result is as follows.

1) Snow covered districts in winter.
2) North facing slopes.
3) Abundantly debris accumulated slopes in front of steep scarps, gigantic landslide area is favorable to this condition.

I. 緒論

北日本を中心に，各地に「風穴」が散在している。風穴とは，盛夏においても地中から，その地方の年平均気温よりはるかに低い，0～5°C の冷気が吹き出す場所をいう。冷気は洞くつなどの顕著な空洞からではなく，岩屑のすきまから，いわばどこからともなく吹き出している。冷蔵庫が普及するまでは，この冷気を逸散させぬよう，石室とよばれる石造の小屋を建造し，特にまゆの天然冷蔵庫として利用された。

風穴の一種に富士山など，火山の熔岩トンネルにみられるものがある（荒巻1970）。しかし，本論文で取り扱う風穴はこれとは性状，立地条件が異なっている。

風穴現象の成因として，最近，志保井（1974）は空気の冷温源を現在の気候に求めず，氷河期の低温に求める考え方を打ち出した。また一方，各地で夏期に凍結土が見い出された（福田ほか1974，藤井ほか1972，近藤ほか1973）が，これは過去における気候との関連で検討されることが多い（志保井1974，近藤

* 建設省東北地方建設局河川部 River Department, Tohoku Regional Construction Bureau, Ministry of Construction
** 応用地質調査 K. K. OYO Corporation

ほか1973)。

ところで著者らは，各地における風穴の立地条件を検討したところ，それらが地形・地質的に共通の特徴を備えていることを見出した。これはそうした立地条件が風穴現象と密接に関わっていることを意味する。また著者らはそのうちの一つ，宮城県・渡瀬（わたらせ）風穴（樋口1978，白石市教育委員会1979）を詳細に調査する機会を得た。これは風穴に隣接する地区に七ケ宿ダムが計画されたことによる。すなわちダムサイト周辺の地質・水理状況等を明らかにするため，風穴地帯にもボーリング，横坑が掘削され，これを利用しての諸調査が可能となったからである。こうした各地の風穴，及び渡瀬風穴の調査の過程で，著者らは風穴現象の成因を過去の気候に求める必要はなく，現在の気候下での，地山中の対流によって説明できるとの結論を得た。

II. 風穴の分布とその立地条件

風穴とは風穴現象を示す場所を指し，何ら外観的特徴を規定するものではない。これは風穴の外観が特徴に乏しいためであり，一般には草木に乏しい，岩屑に覆われた何の変哲もない斜面に過ぎない。こうした事情を反映して，その分布を調べることは容易ではなく，従来においてもこれが論じられた例を聞かない。しかし前述のように，風穴が養蚕に利用されたことから，各地の古老の間ではその所在が知られている。また，風穴周辺の土壌やこれに接する大気が著しく寒冷なため，周辺に比べて紅葉が早く，さらに寒冷型の植物群落，いわゆる「風穴植物群落」(吉岡1973) が存在する。これらの一部については，植物研究者により報告されており，その所在を知ることができる。

風穴は北日本のみならず，長野県南安曇郡稲核 (市川1974)，愛媛県浮穴郡面河渓などにでも知られている。しかし，著者らが比較的詳しく分布を知り得たのは，東北地方のみであり，以下での風穴の立地条件の検討もこの地方に限定して行うことにする。ただ，ここでは長野，愛媛両県における風穴も厳寒期には，気温が0°C 以下となる地方であることに注意を喚起しておきたい。

東北地方で知り得た風穴は，第1表に示す通りである。福島県に風穴が多いが，これは同県で養蚕が盛んであり，風穴の需要が大きかったことと，福島農蚕高校の樋口利雄教諭が熱心に風穴植物群落の研究をされたためである。また，各県とも風穴は部落の近辺に多いが，これも養蚕との関係で説明がつく現象であろう。風穴の実数は表示したものよりはるかに多いと考えられる。

第1表は風穴の立地条件を整理するため，既存の文献を中心に，航空写真（縮尺1/15,000）による判読資料を加味して作成したものである。標高欄に？マークが付されている風穴は，その大方の所在は判るものの，正確な位置がつかめないことによる。大崩壊地形，崖錐は航空写真で判読し得る規模のものに限られており，その存否を厳密に判定しているものではない。地質構造欄の「キャップ・ロック構造」（中村1969）とは，泥岩等の変形性の大きな岩盤上に熔岩等の変形性の小さな岩盤が載る構造をいう。

第1表を概観すると次のような特徴が浮かび上がる。

1）冬期に積雪をみる地域に限定される。これは2）と共に，風穴を形成するための気象的条件を規定している。

2）南向き斜面には少ない。

3）大量の岩屑があり，その背後に傾斜の急な斜面が存在する。

4）グリーン・タフ地域に限定される。これは5），6）と共に通気性の高い岩屑を生産する地質条件を指すものと思われる。

5）大崩壊地形をなす斜面に非常に多く，顕著な崖錐地形がこれに次ぐ。

6）キャップ・ロック構造をなす地域に多い。これはこの構造が岩盤中の亀裂や大崩壊を生じさせやすいため（江川1979）と考えられる。

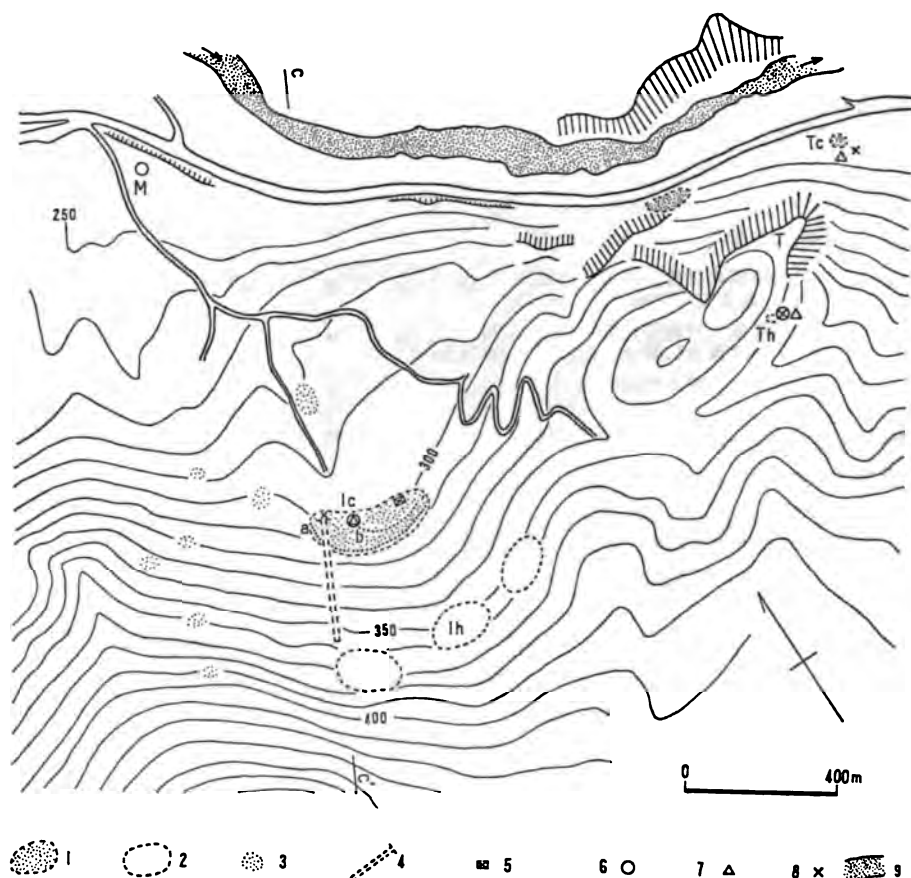
第1表　風穴の所在と立地条件（Cはキャップ・ロック構造を示す）

風穴名	所在	標高 m	斜面方向	風穴の斜面傾斜	風穴上方の斜面傾斜	地質構造	地すべり地形 幅 m	長さ m	風穴の位置	崖錐の幅 m
長　走[1][2][3]	大館市長走	165～230	W	20°	30～45°	C[1],[14]	—	—	—	—
片　山[4]	大館市　二ツ山	60	NE～E	20	30	C[15]	—	—	—	—
経塚山[3]	岩手県和賀郡経塚山北北東 900m	1050～1150	N	35	35	C[16]	200	400	S	—
夏氷山[3]	岩手県二戸郡安代町大原西方1.5km	500？	N～NE	？	？	？	500	600	D？	—
黒　森	宮城県加美郡小野田町黒森	500？	N？	？	？	？	200	200	D？	—
渡　瀬[3][5]	白石市小原	300	N	5～10	45	C	200	300	S	—
じゃがらもがら[3][6]	天童市上貫津東方2.5km	650	—	0	25	C[17]	700	700	？	—
白鷹山	山形県東村山郡山辺町西ノ原西方500m	520	E	15	45	C[17]	3000	5000	S	—
黒　鴨	山形県西置賜郡白鷹町黒鴨西北西 1.5km	450	NW	？	30	？	？	？		—
平　沢[7]	福島県伊達郡桑折町平沢山東北斜面	350？	N	？	？	C[18]	200	200	D	—
御在所[7]	福島市藤清水東方1.5km	360	—	0	25	C？[18]	700	1000	D	—
穴　平[3][7]	福島市杉ノ平北北西2km	400	E	10	40	C[18]	500	500	D	—
天狗の庭[3][8]	福島市鬼面山北北西600m	1150	—	0	45	C	500	800	D	—
大　平[9]	福島県耶麻郡熱塩加納村大平沼南東岸	470？	W？	？	30	？	？	？	D	—
間　瀬[8][9]	福島県耶麻郡熱塩加納村上明戸東方	400？	W？	？	？	？	—	—	—	？
中　山[10][11][12]	福島県南会津郡下郷町中山	550	E	5	45	C[19]	500	750	D	—
和田山[12]	福島県南会津郡下郷町白岩北方400m	540	W	5	50	C[19]	—	—	—	150
観音山[3][12]	福島県南会津郡下郷町野際新田東方700m	1000	N	？	45	C[19]	800	1500	S	—
荻　野[12]	福島県南会津郡田島町荻野東方300m	720	S	15？	43	C[20]	—	—	—	45
浅草岳	福島県南会津郡只見町平石山西北西 1km	750	SE	15	40	？	800	1300	D	—

[1]（荒谷・1926），[2]（小荒井・1964），[3]（樋口・1978），[4]（荒谷・1923），[5]（白石市教育委員会・1979），[6]（安斎・1943），[7]（樋口・1969），[8]（樋口・1970），[9]（樋口・1968），[10]（佐野・1962），[11]（佐野・1963），[12]（樋口・1967），[13]（樋口・1972），[14]（秋田県・1973・a），[15]（秋田県・1973・b），[16]（大沢ほか・1971），[17]（地質調査所・1962），[18]（宮城県・1970），[19]（福島県・1973），[20]（福島県・1972）

III. 渡瀬風穴

1)　渡瀬風穴の概要

渡瀬風穴とは，白石川上流の宮城県刈田郡七ヶ宿町と白石市との境界附近における，風穴群を指している。当地域では山頂標高約600m の早壮年期山地が拡がっているが，その中に滑落崖の幅が700m にも達

第1図　渡瀬風穴の概要

1．冷風穴，2．温風穴，3．風穴現象の徴候のある所，4．横坑，5．石室，6．外気温測定位置，7．地温測定位置，8．風速測定位置，9．河道，等高線添付数字は標高（m）

Ic．石室冷風穴　Ih．石室温風穴　T．虎岩　Tc．虎岩冷風穴　Th．虎岩温風穴　M．見張所

a，b．凍結線上限（本文参照）　c c′ 地質断面線

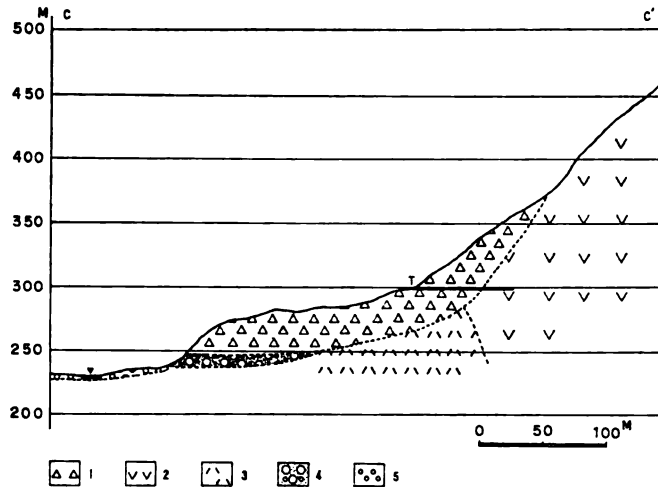
する大崩壊地形が所々に発達する地区がある。渡瀬風穴の分布は丁度，この範囲と一致している。

本研究の対象とした風穴はこのうち虎岩から，これより西方500 m にかけての斜面に発達するもので（第1図），以下では，これを便宜的に渡瀬風穴と呼ぶ。

ここでは渡瀬風穴の記載に先立ち，風穴における「冷風穴」と「温風穴」（荒谷1923，1926）について説明を加えておきたい。冷風穴は一般にいう風穴であり，本論文におけるこれまでの「風穴」もこれを示している。春季から秋季にかけて冷気の吹き出しが見られ，これ以降は外気の吸入に転じる。温風穴は冷風穴よりも標高的に高い位置を占め，冷風穴とは全く逆に春季から秋季にかけて外気を吸入し，秋季から春季にかけて，外気より暖かい空気を吹き出す。冷風穴が常に岩屑堆積地であるのに対し，温風穴は片山風穴（荒谷1923）のように，岩盤における開口亀裂である場合がある。温風穴においては，外気と異なる温度の空気が流動する時期が秋期から春季にかけてであり，標高が高い位置に所在すること，利用価値に乏しいことなどから一般に認識されることは少ない。ただ，冬季にそこだけ積雪がなく，島状に地肌が露出することが著しい特徴である。以下では温風穴を含めて風穴の語を用いることにする。

渡瀬風穴は大局的に東西２つの系列に分離できる。西方の風穴は冷風穴が標高280～300ｍに，温風穴が標高350～390m に存在する。冷風穴には石室の遺構が残っており，「石室風穴」と仮称することにする。地形的には冷風穴，温風穴ともに大崩壊跡地にあり，前者は傾斜５～10°の押し出し堆積地形部，後者は傾斜40～45°の滑落崖部にあたる。両者とも岩屑に覆われた斜面であり，空気の出入はそれを通じてなされている。東方の風穴は冷風穴が虎岩の基部，標高240ｍの地点に，温風穴が虎岩の頂部，標高340m の地点に存在する。これらを「虎岩風穴」と仮称する。冷風穴は岩屑堆積地に位置するが，温風穴は開口幅・約20cm の岩盤の亀裂である。虎岩風穴附近は他の多くの風穴と異なり，明瞭な崩壊地形を示さない。しかし虎岩背後の標高350m の鞍部は微小滑落崖（羽田野1974）の疑いが濃く，虎岩が若干の滑動を起した可能性がある。

2)　渡瀬風穴附近の地質

当地区の地質状況は地表踏査，ボーリング，横坑調査により詳細が明らかにされている。基盤は第三紀中新統の凝灰質砂岩と，これを岩床状に貫入した安山岩よりなり，両者はキャップ・ロック構造をなしている（第２図）。標高350m 附近を境にして谷側は層厚約40m に及ぶ厚い岩屑堆積物で覆われ，それより上方では安山岩が露頭している。岩屑を構成する岩石は全て上方の安山岩であり，これらの状況は前述の大崩壊地形によく対応している。岩屑堆積物は基質に乏しく，殆ど径４～５cm の角礫より成る。滑落崖に露頭する安山岩は，堅硬ではあるが開口亀裂が発達し，横坑内では開口幅60cm に及ぶ鉛直方向の空洞が確認された。地下水位は岩屑堆積物中には存在せず，周囲のボーリング資料から判断すると，地表下50ｍ以深の安山岩中にある。以上は当地における地盤の通気性が岩屑堆積物・安山岩岩盤ともに高いことを物語っている。

第２図　地質断面図
1. 岩屑　2. 安山岩　3. 凝灰岩　4. 埋没段丘礫　5. 砂礫　T. 横坑

3)　風穴現象の観測

風穴現象の解明にあたっては，気温・地温・風速等に関する精密な記載が不可欠である。従来にもつつじ山（志保井1974），長走（荒谷1926），片山（荒谷1923）等の風穴について，各種の記載がなされてきた。しかしそれらは立体的な風穴現象を地表，又は地表下数ｍの位置から観測した結果であり，また観測地点数も少ないことから，必ずしも風穴現象の全容を解明する上で十分な資料ではなかった。一方，当地区においては風穴の空間的配置が比較的明瞭であり，各風穴の同時観測が可能である。さらに横坑内での観測を加えることによって風穴現象を立体的に把握することができる。そこで，石室，虎岩両風穴において各種の観測を行った。観測地点は作業性を考え，虎岩風穴における温風穴（虎岩温風穴と呼ぶ），石室風穴における冷風穴（石室冷風穴と呼ぶ），及び見張所とした[1)]（第１図）。なお，横坑は石室冷風穴の

1)　測定対象とした冷風穴，温風穴は必ずしも地下において互いに連絡し合う通気経路をもつものではないが，それぞれの代表的存在として扱うことにする。

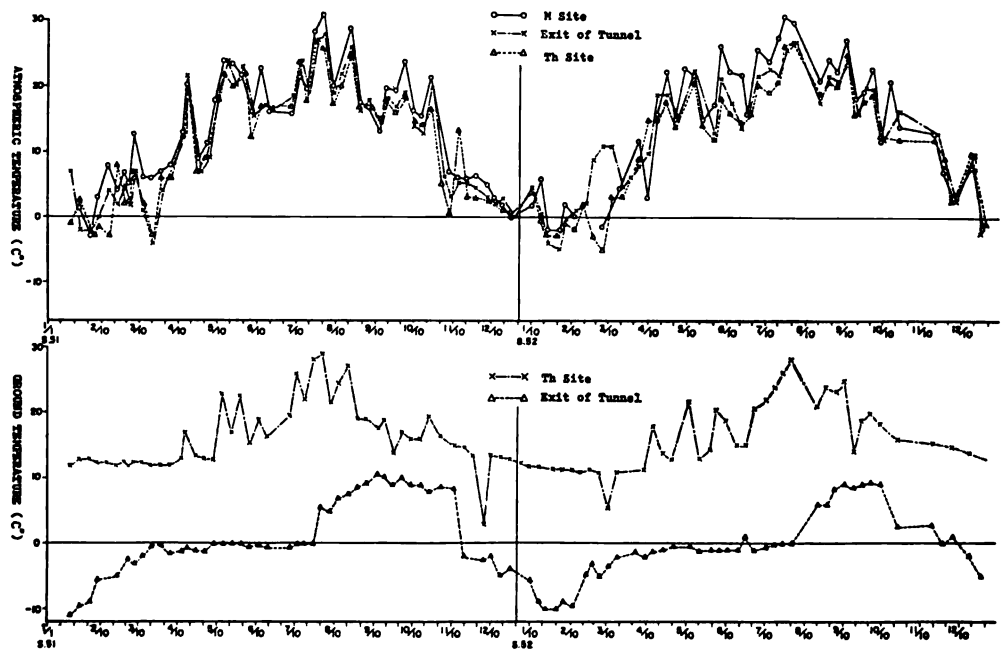
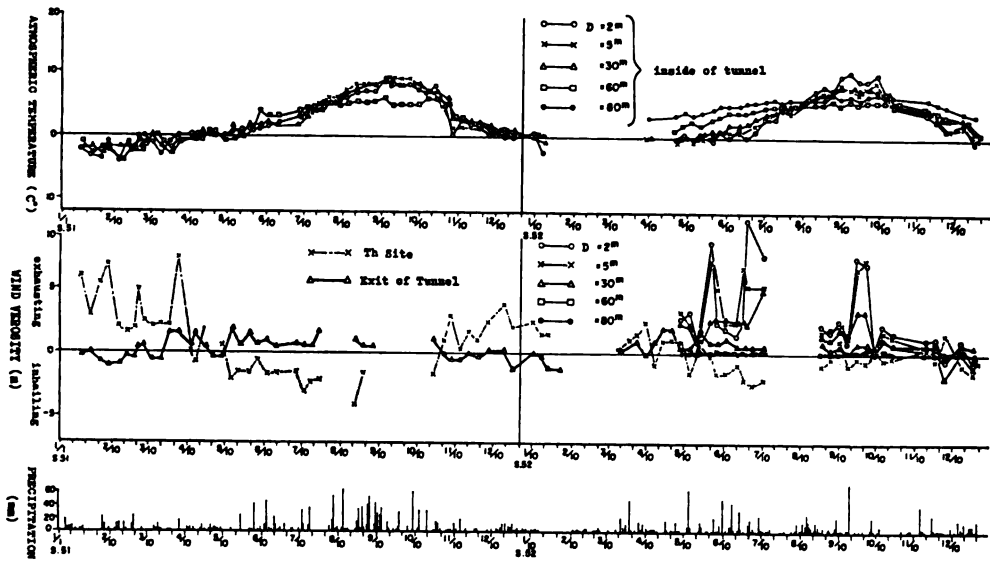
第２表　各地点の測定内容

観測位置		項目	方法
見張所		気温	見張所外壁でアルコール温度計を用いて測定
石室風穴	石室地点*	外気温	百葉箱を設置，自記温度計で測定
		地温	地表下約30cmを自記地中温度計で測定
	横坑	坑内気温	坑口より５m毎にアルコールに温度計で測定
		坑内風速	坑口，２m，５m，30m，60m，80m 地点で電子風速計を用いて測定
虎岩温風穴		外気温	百葉箱を設置，自記温度計で測定
		地温	地表下約 30cm を自置地中温度計で測定
		風速	電子風速計で測定

＊ 厳密には石室から横坑方向へ約７m ずれている。

一部ではあるが，そこにおける観測結果は別個に記載する。各地点における観測内容，方法は第２表の通りである。

観測は昭和51年１月17日より開始され，昭和54年８月現在，継続中である。こうして得られた資料のうち，当初の約２年分を第３図に示す。この際，午前10時の観測値でもって１日を代表させた。

第３図を概観すると昭和51年，52年とも諸データは多少のバラツキはあるものの，似たような変化を示している。これからグラフに示される特徴的な変化のパターンが，風穴現象そのものであるとみなすことができよう。以下に各測定項目ごとの特徴を要約する。

第３図ａ　渡瀬風穴におけ外気温及び地温

第３図ｂ　浸瀬風穴の坑内及び開口亀裂における気温と風速，及び降雨量
（Dは坑口からの距離を示す）

外気温

外気温は見張所，石室冷風穴，虎岩温風穴の各地点で測定された。見張所は石室から約200m 離れた標高270ｍの地点にあり，風穴現象の影響を全く受けていないとみなすことができる。ここでは各年とも，７月下旬に最高気温31°C，１月下旬に最低気温－２～－3°Cを記録している。年平均気温は約12°Cと計算される。石室冷風穴，虎岩温風穴の各観測地点はそれぞれ見張所よりも標高が50m，100ｍ高い。それぞれは夏期と冬期に排気状態となるから，見張所と比べ石室冷風穴の気温は夏期に低く，虎岩温風穴の気温は冬期に高いことが予想される。しかし，第３図を見る限りそのような傾向は明瞭でない。これは観測地点が地表から約1.5ｍあり，地表附近で激しい風穴現象の影響を直接受けないためであろう。

地温

地温は虎岩温風穴，石室冷風穴で測定された。石室冷風穴では気温が最低となる１月ごろ，地温は－10～－11°Cまで下り，この後徐々に上昇するが盛夏である７月中旬まで0°C以下の状態が続く。この際，地温は－2°C附近まで速やかに上昇し，この間，約1.5カ月を要するに過ぎない。しかし，この後は－2～0°Cの状態が約４ケ月も継続する。特に昭和51年にこの傾向が著しい。７月下旬ごろ地温は0°Cを越えるが，この後の地温上昇は著しく，１カ月の内に約10°Cに達する。そしてこの状態は10月下旬～11月上旬ごろ，再び急速な地温の低下が始まるまで続く。外気温と地温のグラフを比較してみると，夏季における地温のピークは外気温のそれより１カ月以上，明瞭に遅れている。ところで石室附近は夏季においても地表附近の岩屑が凍結状態にある。

七ケ宿ダム工事事務所・菅原文二氏はこの情況を積雪がほぼ消えた昭和51年５月１日から11月にかけて調査された。それによると５月１日には石室附近から約30m 山側の標高310m 附近まで，地表は凍結状態にあった。この後標高の高い方から氷が融け始め，５月８日には地表の氷は石室附近を除いて消失した。しかし，石室から山側へ約10m，標高約295m の地点で岩屑を約10cm 取り除いたところ，凍結した岩屑が現れた。この状態は６月６日頃まで続いた。７月17日には深度約10cm での凍結範囲が若干谷側へ後退している様子が認められた。石室では岩屑を約60cm 掘り込んでいるため，その壁で凍結面の上限が下方に

後退する様子を調べることができる。8月13日では落葉でおおわれた岩屑堆積物の表面まで凍結していた。これ以降，凍結面の上限は順次深くなり，9月18日には地表から50cm の位置に，10月23日には石室の壁面から消失している。第3図に示した地温と上記の凍結状況との間には若干のズレが認められるが，これは両者の観察地点，乃至測定地点が約7m 離れているためである。

虎岩温風穴の地温は石室冷風穴とは異なった様相を呈する。気温が12°C 以下の11月～4月上旬の期間では地温は気温にかかわりなく，恒常的に12°C を示している。これに対し気温が12°C 以上となる4月中旬から10月までは，気温の上昇と共に地温も上昇し，しかも気温の短期的な変化にも地温が敏感に対応している。ところで，第3図によれば，昭和51年11月末と52年3月上旬に地温の著しい低下がみられる。温度計に水滴がついた等の理由が考えられるが，この場合の原因は特定できない。ここでは一応，異常値として扱っておく。

横坑内における凍結状況・気温・風速

まず始めに横坑の仕様を明らかにしておく，横坑の掘削は2期にわけて行われ，1期は昭和50年7月～11月，2期は昭和51年12月～52年3月にかけてであった。それぞれの作業終了時の横坑掘削深は60m，80m である。断面は全延長に亘って1.7m×1.2m とした。坑内の地質状況は坑口から52m までが岩屑，52m 以深は安山岩岩盤が露出するものの，70m 附近までは開口亀裂が発達し，大きな亀裂では通風現象がみられる。

坑内の凍結状況の観察は，昭和51年5月1日から開始された。5月8日までは，坑口から岩盤が現れる52m まで完全に凍結状態にあった。その後，横坑の奥から解氷が始まり，5月15日には凍結範囲が坑口から，22m 奥の地点までに狭まった。5月29日には坑口附近からも氷が消え，横坑内の壁面における氷の露頭は完全に消失した。ところで，横坑の掘削を開始した前年，昭和50年7月においては坑口より，2m 奥の地点まで，凍結状態にあったという（菅原氏談話）。したがって51年における坑口附近の解氷は前年より約2カ月早いことになる。この原因は後述する坑内気温の資料に照しても横坑の掘削の進行に伴う風穴現象の弱化によるものと考えられる。したがって横坑に直交する断面では，解氷は横坑から順次外側へ向かって進み，横坑壁面で解氷しても一定の時期までは地山内部は凍結状態にあるとみられる。

坑内気温は全般に著しく寒冷であり，坑内を通じての最高気温は10.5°C，坑口から60m 地点のそれは6°C にすぎない。冬季の坑内気温は外気温とほぼ対応し，1月末～2月にかけて最低気温－4°C を記録する。これ以降9月上旬まで上昇傾向を示すが，0°C 附近で若干低滞する傾向がみられる。9月中旬～下旬に気温のピークに達するが，これは外気温のそれより約1カ月遅れている。10月に入ると下降に転じ，しかもその後の下降勾配は大きい。坑口からの距離による坑内気温の変化は冬季（吸気時）においては殆ど認められない。これに対し夏季（排気時）においては系統的相異が認められる。第3図・a及びbによると昭和51年と52年では外気温は殆ど同じであるにもかかわらず，坑内気温の状況が若干異なっている。これは横坑の掘削に伴う風穴現象の弱化が昭和52年に著しく現れているためと考えられる。したがって，以下では昭和51年を中心に記載する。第3図・bを概観すると坑口から30m までと，60m 以深で気温の変化パターンに相違が認められる。11月～翌年7月上旬までは坑口から30m の範囲が60m 以深よりも気温が低い。しかし，7月上旬～10月末まではこの関係が逆転する。ところで横坑内の気温測定は5m ごとになされている。そこで上述の，気温の変化様式の相違がどの地点で現れるかを調べるため，原資料を検討してみたところ，それは坑口から45～50m 地点であった。これは横坑内での着岩深度，52m とほぼ一致している。

風速

風速は横坑坑口，坑内の各所及び虎岩温風穴で測定された。測定は5分間の平均値とした。第3図・bを見れば横坑内の風速が著しく大きい。これは測定を坑内で行うため，横坑の実断面が小さくなり，見かけの風速が出てしまうためである。しかし，着岩後風速は著しく小さくなることが明らかである。

以上に述べた年変化観測のほかに，日変化を調べる目的で夏季と冬季に24時間観測を行った。しかし，結果は年変化を小型化したものに過ぎなかったため，この記載は省略する。

IV．風穴現象に関する考察

風穴現象の原因を解明するためには，得られた定量的観測資料を基に，個々の過程における熱交換の実態を知らなければならない。しかしそれに先立ち，風穴現象の全体像から，地中における空気の流れの状況を明らかにする必要がある。そこで風穴現象の概要を総括してみる。

第4図　風穴現象模式図
1．岩屑　2．冬季凍結範囲　3．岩盤及び開口亀裂　4．冬季空気対流方向及び気温　5．夏季空気対流方向及び気温

風穴地帯では，冷風穴と温風穴が共存し，前者は後者よりも標高的に低い位置を占める。夏季において冷風穴は冷気を吹き出し，温風穴は吸気状態である。冬季においては温風穴が暖気を吹き出し，冷風穴は吸気状態となる。以上の現象は地中における空気の対流を想定することによって説明がつく。つまり冬季においては，地中の空気は地上の空気に比べ暖かく軽いので上昇し，割れ目や岩屑堆積物から吹き出す。吹き出した空気を補うかたちで下方の冷たい空気が地中に吸引され，そこに凍結状態を作り出す。夏季には地中の空気が地上の空気に比べて冷たく重いために，地山中を下降し冷風穴から吹き出す。吹き出した空気を補うかたちで温風穴から外気が地中に吸入される，という図式である（第4図参照）。そこでこうした仮説に立って各測定資料を吟味してみる。

地温

虎岩温風穴は排気時に，常に外気の年平均気温と同じく12°C を保っている。これは排気径路が十分な熱容量を持つことを意味する。吸気が始まると地温は外気に追随し始める。しかし，通気径路は十分な熱容量をもつことから，吸入された暖気が冷風穴附近に到達する頃には，約12°C に下がっていると推定される。石室冷風穴の地温は7月中旬まで0°C 以下の状態が続き，これ以降急激な上昇が始まる。ところで，この附近の地表の解氷は7月中旬である（第1図参照）。こうした時期の一致は地温の変化が明らかに，岩屑の凍結・解氷によるものであることを示している。

横坑内における凍結状況・気温・風速

坑内における凍結岩屑の解氷は坑口からではなく，奥の方から進行する。このことは地温を上げるためのエネルギーが，坑奥から坑口に向かって流れていることを意味する。一方，地表附近が解氷する7月中旬以降，岩盤区域内は坑内で最低気温を維持する。これは上記の推論と一見反するが，岩盤内に限れば，岩屑に近いほど気温が低い。これは冷熱源がいまは溶けてしまった氷であることを意味している。

風速

横坑坑口での風速は，外気温と坑内地温（30m 地点）との温度差にほぼ比例する。これは両者の密接な関係を物語る。

以上の吟味により次のような風穴の具体的機構が浮かび上がる。冬季に気温と地温の温度勾配が生じると，岩屑部で外気の吸入が始まる。吸入された冷気は，岩屑を凍結せしめ，石室風穴の例では，凍結範囲は横坑坑口から52m 地点までの岩屑部全体に及ぶ。我が国では一般に，地中の凍結は地表面より1m 以深に及ぶことはない（東1954）。それは一般の土壌凍結が外気温を冷熱源とする熱伝導によるからであり，風穴地帯ではこれが対流であるところに大きな相違がある。一方，夏季においてはやはり外気温と地温との温度勾配から，岩屑部からの排気が行われる。この際，上位標高部から外気を吸入するが，この通気路周辺の熱容量は大きく，凍結地帯に到着するころには，夏季の熱気は失われ，地山の地温，当風穴の例では12°C 近くまで冷やされている。その結果，岩屑の解氷は遅れ，夏季～秋季においても地表附近の結氷を見ることになる（第4図）。

以上のような風穴現象を生じさせるための立地条件としては，第1に冬季の気候が岩屑を凍結させ得るだけ寒冷にして水分を供給するものであること，第2には地中で対流が発生するだけの，空隙率の大きい岩屑が存在し，なおかつそのような地中の通気径路が十分な勾配をもっていることに集約されよう。これらはⅡで検討した各地の風穴において，一般的にみられた立地条件と一致する。

次に，風穴機構に関する上記の説の妥当性を確認するため，地山と流入空気との間の熱収支を検討してみる。

今，温度 Ti の空気が地山に入って，温度 To となって吹き出してくる過程を考えると，この温度差 $\Delta T=(Ti-To)$ に見合うだけの熱量を地山に供給していることになる。この熱量によって地山の温度は $\alpha\Delta T$ だけ上昇する。ここで $\alpha<1$ である。したがってこの間の熱量の授受は，

空気の地山内見掛流速 V^*，空気の流入時間 t，空気の密度 ρa，空気の比熱 Ka，吸気から排気までの距離 L，地山の密度 ρr，地山の比熱 Kr

とすると，単位断面当り

$$V^*t\rho a\ Ka\Delta T=L\rho rKr\alpha\Delta T$$

で表現できる。これをVについてまとめると

$$V^*=\frac{L\alpha}{t}\left(\frac{\rho rKr}{\rho aKi}\right)$$

となる。

現在得られている測定量から上式に従えば，空気の地山内見掛流速は，いくら程になるのか見当すると

$\alpha<1$，$L=1.5\times10^4$ cm，$t=1.5\times10^7$ sec（半年），$\rho r=2.6$ g/cm，Kr＝0.85 J/gK，

$\rho a=1.2\times10^{-3}$ g/cm，Ka＝1.0 J/gK

として

$$V^*<\frac{1.5\times10^4}{1.5\times10^7}\left(\frac{0.85\times26}{1.0\times1.2\times10^{-3}}\right)=1.8\ (cm/sec)$$

従って空気の地山内見掛流速として cm/sec のオーダーの値ということになる。Vがこの値をこえるということは，前記の式で考えて，$\alpha>1$ ということになり，ここで考えた空気の流入時間 1.5×10^7 sec 以内にいわゆる冷却能力を失うことを意味する。

しかし，地山内に供給された熱量が他の何らかの方法，例えば熱伝導又は地下水による熱移動等によって除去されれば，この空気の地山内見掛流速が上記の値を超えても，地山の冷却能力は保持される。これらの効果を考えても地山内見掛流速としては，2～3 cm/sec が最大限度であろう。

ここで横坑内での実測値を用いて地山内の見掛流速を計算してみる。夏季における坑口での測定値は，約1.5 m/sec である。しかし，坑口では拡散によって測定値は過小と考えられ，ここでは真の風速を 3 m/sec として計算を進める。なお，横坑内では切羽に向かって風速は減少し，切羽では 0.5m/sec 以下の弱い風速しか見られない。従って坑口で見られる風速は，横坑壁面からほぼ一様に流出する流速の総流出量に見合うものであると考えられる。今，地山に掘られた半径 r，長さLの横坑を考えれば，横坑口排気速度Vと地山内見掛流速Vとの関係は

$$2\pi rLV^*=\pi r^2V$$

従って

$V^*=\frac{r}{2L}V$ となる。

ここで，$r\fallingdotseq1$ m，$L\fallingdotseq60$m

とすると，地山内見掛流速は，

$$V^*=\frac{1}{120}\times3\ (m/sec)=2.5\ (cm/sec)$$

となる。この値は前記の理論値とほぼ一致している。

従って以上の結果から，当地域における風穴現象の冷却作用は，流入空気が低温地山との接触によって生ずる熱交換現象として説明可能である。

V おわりに

本研究がまとまりかけた頃，荒谷（1926）が今から50年も前に風穴の成因を「地中の対流による」としているのを知った。しかしながら，それが具体的にどのように夏季の冷気をもたらすかについては，触れられていない。その意味で本論文で主張した風穴の成因論も今日的意義があると考える。

本研究で重点的に調査した渡瀬風穴においては，越年性凍土は発見されておらず，まず存在しないものとみなして良い。しかし，風穴現象が著しいところでは，越年性凍土が存在しても何ら不都合はないであろう。従って越年性凍土が発見されたとしても，先ず風穴の可能性を疑ってみるべきである。

冒頭に，本論文で扱う風穴と熔岩トンネルにおける氷穴は異なると述べた。しかし，本論文で主張した大気の運動は当然，熔岩トンネルでにおける風穴にも発生するはずであり，同様の成因である可能性が大きい。今後，観測値に裏づけられた検討が望まれる。

本研究にあたっては，多くの方々から援助を頂いた。なかでも調査にあたって様々な便宜を計って頂き，またダム関係資料の使用を御許可頂いた七ケ宿ダム工事事務所前所長・大木達夫氏，現所長・斉藤賢一氏，資料を提供して頂いた同事務所・菅原文二氏，福島県立福島農蚕高校教諭・樋口利雄氏に負うところが多い。これらの方々に深い謝意を表します。

引用文献

秋田県（1973・a）：碇ケ関，秋田県総合地質図幅及び説明書，1-45.
——(1973・b)：大館，秋田県総合地質図幅及び説明書，1-94.
安斎　徹（1943）：天然記念物ジャガラモガラ並びに三ツ石調査書．史蹟名勝天然記念物調査（第2報），2-14.
荒牧重雄（1970）：風穴，地学辞典，平凡社，932.
荒谷武三郎（1923）：秋田県片山風穴，地学雑誌，**36**，732-738.
——(1926)：秋田県長走風穴に就て．地球，8，426-441.
東　晃（1954）：北海道の土壌凍結（積雪との関係）．農業物理研究，**3**，145-157.
江川良武（1979）：グラビテーショナル・スプレッディングと地質構造．地理学会予稿集17.
地質調査所（1962）：山形市北部地方地質図，及び説明書．1-68.
藤井理行・樋口敬二（1972）：富士山の永久凍土．雪氷，**34**，9-22.
福島県（1972）：糸沢地域の地質，福島県地質調査報告，5万分の1地質図幅付，1-36.
——(1973)：田島地域の地質，福島県地質調査報告，5万分の1地質図幅付，1-33.
福田正已・木下誠一（1974）：大雪山の永久凍土と気候環境（大雪山の事例とシベリア・アラスカ・カナダとの比較を中心としての若干の考察）．第4紀研究，**12**，192-202.
羽田野誠一（1974）：最近の地形学，8・崩壊性地形（その1）．土と基礎，**22**，77-84.
樋口利雄（1967）：福島県に産する蘚類VI，—南会津郡風穴地帯の蘚類—．福島生物，10，30-36.
——(1968)：福島県に産する蘚類VII，—耶麻郡風穴地帯の蘚類—．福島生物，11，32-37.
——(1969)：福島県に産する蘚類VIII，—県北地方風穴地帯の蘚類—．福島生物，12，11-19.
——(1970)：福島県に産する蘚類IX，—天狗の庭の蘚類—．福島生物，13，1-5.
——(1972)：福島県に産する蘚類XI，—浅草岳の蘚類—．福島生物，15，15-18.
——(1978)：東北地方の風穴地帯における蘚類の特性．吉岡邦二博士追悼植物生態論集，318-331.
市川健夫（1974）：信濃の川旅・4．信濃路，48-50.
小荒井　実（1964）：風穴植物の生態（II），福島生物，7，33-36.
近藤祐弘・野川　潔（1973）：北海道十勝三股の永久凍土層（凍結角礫層）について．第4紀学会，1973年要旨集，31.
宮城県（1970）：関地域の地質．5万分の1地質図及び説明書，1-7.
中村三郎（1969）：地すべり，応用地形学．西村嘉助編，大明堂，96-106.

大沢　穣・舟山裕士・北村　信（1971）：川尻地域の地質．地域地質研究報告，地質調査所，1-40.
佐野　実（1962）：福島県南会津郡下郷町中山の風穴と高山植物群落・福島生物，5，17-22.
——(1963)：風穴植物の生態(Ⅰ)．福島生物，6，29-36.
志保井利夫（1974）：北海道常呂郡留辺蘂町，温根湯つつじ山の風穴について．地学雑誌，83，25-38.
白石市教育委員会（1979）：材木岩・虎岩風穴地域植物調査業務委託報告書．1-218.
田淵　洋・安達　寛（1972）：北海道における越年凍土層の気候学的検討．日本地理学会予稿集・2，81.
通産省（1967）：昭和41年度広域調査報告書，西会津地域．1-18.
吉岡邦二（1973）：風穴植生．生態学講座月報，8，7-8.

（1979年10月16日受理）

地学雑誌 89, 2 (1980)

富士山におけるカラマツの偏形とその形成要因について

岡　秀一*

On the Deformation of Larches on Mt. Fuji and Their Causal Factors

Shuichi OKA

Abstract

In the mountainous regions, so-called wind-shaped trees are frequently used as an effective indicator of wind. But it is a matter for regret that their causality is not always apparent. Therefore, the main purpose of this paper is to determine what is actually the causative factor for deformation of larches (Larix leptolepis) on Mt. Fuji.

In the first place, the following types of deformation are classified. 1) C type : This is generally low in stature and the trunk seems to creep on the ground. 2) F type : This is a type of deformation which has its crown on one side only. So-called flag-shaped tree. 3) S type : This type shows only a slight degree of deformation.

Then, the directions and types of these deformed trees are surveyed along 30 routes. (Fig. 1) Their distribution is shown in Fig. 2, which is presented on a circular gragh as a model of Mt. Fuji. But, I can't relate this result with any particular cause. It is only noticeable that there is a great difference in directions between F type and S type as shown on the 15th route (Subashiri) as an example.

On the 2nd May, 1970, I observed that the reddened bark on one side of a trunk (Photo. 1), which had been probably formed in winter, corresponded almost exactly to the side on which branches and boughs are lacking. On the other hand, for the purpose of determining wind action, painted plates were set on the trunk of F type tree in four directions so that one of them was faced to the direction of the expected deforming agents. (Photo. 2) They were exposed to wind and preciptation during summer or winter. Consequently after a winter exposure, the plate corresponded to the direction of F type tree was most damaged. (Photo. 3) From these evidence, F type deformed larches are expected to be formed during winter time.

Now, on the top of the mountain, strong westerly or northwesterly wind prevail in winter. (Fig. 5) But as a result of detailed investigation of meteorological data reported by extraordinary observations on southeast slope during January 1951, it seems that the wind coincided with the direction of deformed trees blows during the night when northwesterly monsoon slightly weaken. (Fig. 8) For the duration of blowing this wind, the vapour tension and air temperature become lower. This colder and drier northwesterlies

* 都立大学理学部地理学教室 Dept. Geography, Tokyo Metropolitan University.

in winter are thought as an important cause for the F type deformation.

Different from the other types, the direction of S type deformation indicate southward on the whole. This direction is in good agreement with southwesterlies accompanied with passing of trough or depression.

From a point of view described above, the distribution of expected wind direction is drown in Fig. 9.

Emphasizing only on ridges because of probability representing larger scale wind system than in valleys, I drew streamlines along the slopes of Mt. Fuji. (Fig. 10) The figures clearly show the existence of up-current in "summer" and down-current in winter.

Further, I tried to investigate about the variation of form of trunks with altitude or direction of slopes. The ratios of the height of trunks to the diameter of breast high (H/D) on each routes are calculated and averaged every 50 m high. (Fig. 11) Some character are pointed out in this figure. Namely, two groupes are distinguished by the H/D values around tree limit. Refering to Fig. 12, the extent of C type range likely contributes to the difference between both groupes. In addition, the H/D values do not increase in both groupes from about 100 m below the tree limit. It appears independently of the types of deformation or direction of slopes. This tendency is determined by the distance from the tree limit, and likely related to the increase of tree densities with descending the slopes.

I はじめに

我々がミクロないしはメソスケールで，ある地域の気候を論じようとする場合，現在その目的に見合うだけの時間的，空間的密度をもつ気象観測資料が整えられているとは言い難い。特に観測点がまばらな山地などでは，この宿命は避け難い。このような問題解決のために，我々は臨時観測を行なったり，樹木の年輪など間接的な事物を通じて，必要な資料を入手することになる。特に風の資料を得るためには，偏形樹を使う方法が以前から行なわれてきた（たとえば三沢1939，矢沢1951など）。山地，とりわけ亜高山帯などでは，ごく普通に偏形樹が形成されているので研究例も多い。もし，これらを使い，目的に応じた測点数を取り得るなら，測器観測に替わるきめて有効な手段になるに相違ない。しかし，その際，偏形樹の指示する内容が何であるか充分に検証されているのでなければ意味はない。その形成要因が厳密に吟味されていることは，それを活用して言及しうる限界も明らかであるということでもあり，現象をいかに客観的，定量的にとらえるかということも含め，困難が伴うけれども基本的に解決されていかねばならない問題である。

これらの樹木の偏形をもたらす要因については，多くの生態学的研究の中でも言及されており，物理的にも，植物生理的にも風の果す役割が重要視されている（たとえばBRAUN-BLANQET, J. 1951，ルンデゴルド1960）。一方，樹木の偏形から風の実態を知ろうとする試みの中では，その形態的特徴とか，樹冠の偏形方向と測器観測資料による風向との対照という面から多く議論がなされてきている（LAWRENCE, D. B. 1939，関口1951，BARSCH, D. 1963，小野寺1963，YOSHINO, M. M. 1964，梶根1967，HOLTMIRE, F. K. 1971，小川1974，田上1976など）。この場合でも偏形樹の形成要因を厳密に議論しようとするならば，単に風向とか風速ということだけでなく，さらに具体的な空気の性状を吟味する必要がある場合もあるように思われる。たとえば，温度や水蒸気量などによって樹木に与える影響は異るであろうし，塩分なども無視できないかもしれない。もちろん樹種によって反応が異るであろうということも充分考慮せねば

なるまい。こういった意味から，たとえば上記のうち，尾瀬ケ原南稜における小川の見解は注目に値する。彼はオオシラビソの樹冠の偏形より推定された地上風と実測によって得られたそれの風向分布の対照を行ない，総観気候学的な手法を駆使して偏形要因について議論している。それによれば当該地域の偏形樹の形成は，低温で比較的乾燥した風の乾燥害によるのであって，裏日本において降水をもたらす冬期の卓越風は，むしろその形成の抑制要因として働く可能性の方が大きいという。このようにして彼は偏形樹の指示する方向は，西高東低型が少し崩れた時の地上風に対応するとし，その内容をより具体的に明らかにした。

確かに，まだこの偏形の形成要因には様々な議論があるし，山地の場合だけに限ってみても，たとえば乾燥作用を重視する意見や，機械的作用を重くみる意見などもあり，さらに検討を要するであろう。また一方では，樹木の側に成長の偏奇という反応があるわけであるから，樹木自身の側から検討していく方向性も失なってはなるまい。この点では，樹幹の縦断面をとって枝の痕跡などを確かめることにより，樹型変異を発生的に論じている例（古越1957）や凍害や乾燥害などによる幹の褐変が方向性をもつことがあり，程度によってはそれが形成層や材部にまで及ぶという指摘（酒井1968）などは，いわゆる偏形樹形成要因の解明にとって，ひとつの重要な鍵になると思われる。

いずれにせよ，このような厳密な検討が積重ねられて初めて偏形樹を活用して気候を論ずる優位性が出てくるように思われる。

本論文では富士山のカラマツの偏形を取り扱い，その樹冠の偏向が示す意味を実験的手法も使って検討し，あわせ偏形のひとつとしてとりあげた樹高と胸高直径の比率の変化に関しても触れる。なお，富士山の偏形樹についての報告は YOSHIMURA, M. (1971) が全山的に行なった他，古越（前出），高橋・高橋 (1974) など局部的になされているだけである。

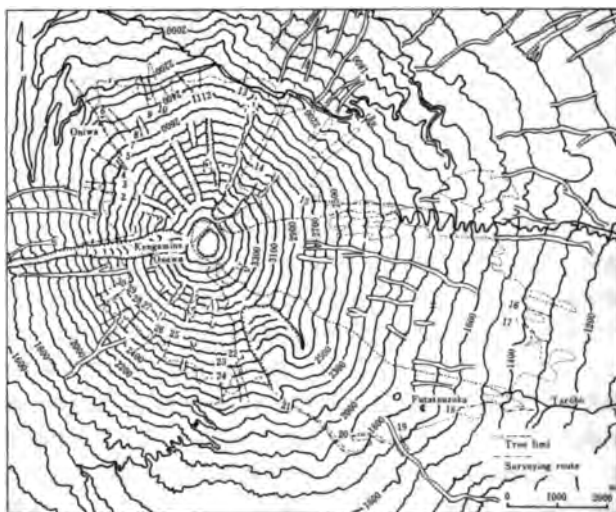
調査地域の富士山は日本列島の太平洋側に位置し，「表日本」気候区に属していて，いわゆる冬型降水の量は比較的少ない山である。また孤立したコニーデであるがゆえ，単純な山体をしていてモデル化しやすく，さらに森林限界はほぼ1,400～2,800m の範囲に及び，気候条件の差を比較するのに都合がよい。この森林限界付近はカラマツの天然林によって構成されており，同一樹種による観察が可能である。これらの多くはきわだった偏形をしており，基本的にはこの限界線付近のものを調査対象としたが，一部山麓付近のものについても調査を試みた。

調査に際しては斜面に30本のルートを設定（第1図），各ルートで樹木限界以下に出現するカラマツの偏形の形態および方向を測定した。また同時に，定量的取り扱いの一つの試みとして，樹高と胸高直径を測った。なお，測定地点は高さほぼ10m 間隔で群落の外縁にそってとり，ランダムに調査樹を抽出した。

第1図　Index map

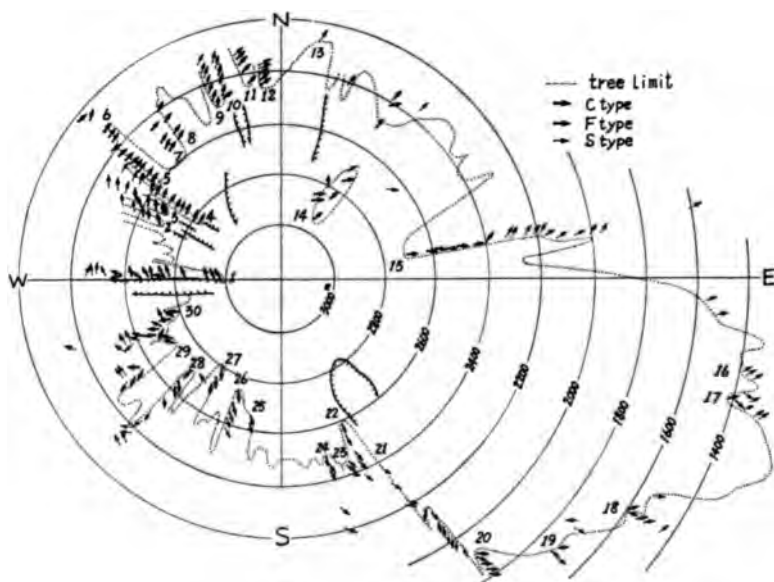
II　カラマツの樹冠の偏形

1)　偏形樹の分布

周知のごとく，カラマツ *Larix leptolepis* は落葉性針葉高木で，幹は直立し，枝は一般に水平または傾上，狭い円錐形の樹冠を形成する。ここでは

それに対して偏形の認められるものに着目し，まず次のように分類した。

1) Cushion 状のもの (C type)：一般に樹高が低く，幹が横臥している。樹冠上部はいずれも刈り取られたごとく平たい。ほぼ2,000m 以上で出現。2) Flag 状のもの (F type)：いわゆるflag-shaped tree と呼ばれるもので，ほぼ片面樹冠を呈している。枝のなびいている側の反対方向にはほとんど枝はなく，場合によっては幹が削りとられたようになっているものもある。3) 単に偏形が認められるもの (S type)：樹冠の非対称が見られ，特に樹幹頂部がなびいていることが多い。沢すじや群落の被度が密な部分でよく見られる。4) 偏形のほとんど認められないもの (N type)：偏形は不明瞭で，群落中央部や比較的標高の低いところで見られる。

Troll, C. (1955) らが紹介したように，もしこれらの type が成因的差異を示しているのであれば，現象のより一層具体的な把握にとって好都合である。

第2図は上述の偏形 type を加味した偏形方向の分布を，山体をモデル化した円形グラフに示したものである。これによると，一般に各ルートでの偏形 type は標高に従って C, F, S あるいはNの順で出現する。C type はほぼ2,000m 以上の高度の樹木限界付近に限って現われ，限界線が1,400m 近くまで下

第2図　Distribution of deformed larches.

がっている東斜面では，わずか島状に点在するだけである。F type は標高によらず，樹木限界線沿いに特徴的に見られる。S type については群落の被度の密なところに顕著で，その点では C, F type と同等に扱うことはできぬかもしれない。また，もうひとつ考慮すべき点は，一本のルートの中でも type によってあるいは高度によって，その偏形方向を異にしているということである(特に C, F とSの間に顕著)。たとえば須走 (15) では2,700m から2,400m 程の間の C, F はN80～90E，それ以下ではN40～60E の偏向をもつようになる。富士宮 (23, 24) でも樹木限界より2,450m 前後まで C, F type で偏向がS 40E 前後，それ以降ではS 80E～N70Eに変化する。また南西斜面 (25～30) などでも同様の変化が見られる。もっとも type によって完全に方向を異にしているわけではなく，あるいは type 分類の基準に不充分さがあるのかもしれない。しかし，いずれにせよ，これらの事実は，それぞれの偏形の要因の差異を暗示し，特に興味をひかれる点である。さらに一本の樹木に関しても，特に沢沿いのところや標高の低いとこ

ろでは偏向のずれが認められることがあった(第3図)。太郎坊付近ではその傾向が明瞭で，一般に樹冠上部でS，下部で F type となる。両者の偏向のずれは目立つところでは，ほぼ40～50°の開きがある。この点でも両者の偏形要因の差異が示唆されているのではなかろうか。なお第2図には下部の F type のものの偏向が示されている。一方，鞍部，尾根などの地形的特徴を有するところでは，各 type の出現順序が逆転することがあるが（御庭6など），偏形方向はかなり一様な分布を示し，ずれなどは判明しない。

第3図　A tree can be categorized into two types.

第2図によれば，偏向分布はほぼ山体をとりまくような一定のパターンが示されているようにも思える。しかし，いま若干触れたように，問題はこれらの偏形形態が単に grade の差というような homogeneous なものを示しているのかという点であり，その形成要因がどうしても究明される必要がある。

2)　偏形樹の形成要因

前項に述べたような偏形の形成要因を解明するため，御庭，太郎坊付近を中心として，いくつかの観察，実験を試み，また，富士山の風や雪の条件について考察した。

樹幹の赤変　1970年3月7日，太郎坊，5月9日，御庭において樹幹の一方向が赤変し，樹皮が薄くなっている事実を観察した(写真1)。御庭においては，その変化部分は枝のない側に相当し，その方向は雪面上にできる風紋によって知れる風向にも対応していた。この風紋は降雪時に形成されたものではないから，このことは赤変ないし偏形が，降雪をもたらすような風とは直接かかわりのないことを物語っているようにも思える。また，太郎坊においてはさらに明瞭な事実を観察し得た。この地域では樹幹の赤変は雪面上1～2ｍの間に見られ，やはりこの部分に関しては枝のない方向に一致する。夏期に見るとこの部分を除いては，それより上部はもとより，下部にもその変化が認められないことから，明らかに積雪期に形成されたものであるという予想ができる。なお，この3月7日には太郎坊付近ではおおむね NNW の風が吹走し，その方向は赤変方向とほぼ一致していた。そしてこの日は南岸低気圧が北東進し，東シナ海に高気圧が張り出して，西高東低型がややゆるんでいる時であり，富士山頂の風は NW, 35m/s を記録したことも付言しておく。

写真1　Reddened bark onone side of a trunk. (May 2, 1970 at Oniwa)

この樹幹の赤変現象が酒井（1963, 1969など）のいう“褐変”と同質の現象なのか否か定かでない。確かに樹幹の赤変というものが，積雪期の，しかも降雪を伴わない比較的乾燥した風の吹きつけによって生ずるものなら，いわゆる乾燥害という可能性も出てこよう。ただ，酒井らの言う“褐変”よりも“赤変”の方が規模が大きいらしく，その類似性を確認する必要がある。

塗料の剥離　樹幹の赤変や樹冠の偏形が生ずる原因を解明するため，御庭および太郎坊付近で，金属板などに塗料を施したプレートを設置，その保存状態から最も大きい破壊力を受けた方向を調べる実験を行なった。御庭上方の七太郎尾根（2,700m）においては，塗料を施した摩鋼板およびスレート板を直立した F type のカラマツの樹幹，地上1.5m の部位に，その偏形方向を基準として90度づつずらして設置（写真2），1968. 11. 30～1969. 6. 6の間設置した。これに関し，塗膜状態について比較検討を行なったが，あ

写真 2　Painted plates at Oniwa. (July 6, 1969 at Oniwa)

る種の塗料（合成樹脂系塗料）では偏形方向と対応する面のもののみが50%剝離というきわだった特徴を示した(写真3)。またゴバン目試験（ナイフで1mm×1mm の格子を100ケ所切り，その上からセロテープを貼り，勢いよくはがして残存格子数を読む)においても10/100というような結果が得られた。また，ラッカー系塗料を塗ったブリキ板を樹幹に帯状に巻きつけ，同期間放置したが，これについても S 30° W 方向に比較的損傷多く，偏形方向と対応した。太郎坊付近（1,700m～1,900m）においては，塗料（合成樹脂調合ペイント）を施したブリキ板を樹幹の地上2mの部位に帯状に巻き，1969. 11. 29～1970. 7. 21の間放置した(写真4)。その剝離状況はやはり偏形方向と良い対応が見られた。なおこれは夏期に放置したものと比べ，剝離のされかたが全く異なり，それぞれの風に対応するとしても内容がかなり違うことをうかがわせる(詳細については後述)。

これらの結果は，いくつかの問題を残しつつも，少くともある一定方向のみに剝離が生じ，それが赤変方向や偏形方向とも対応することから考えれば，偏形要因解明の重要な一助となろう。すなわち，さきの1970. 3. 7. の太郎坊における観察をよりどころにするならば，同様な状況が程度の差はあれ御庭でも出現し，それが塗膜を破壊し，樹幹を赤変させ，偏形を形成せしめる原因となっているのではなかろうかということである。換言するならば，最も効果的な破壊力を受ける方向は塗膜もカラマツも同様であり，冬期における比較的乾燥した風が大きな影響を持っているという可能性が大きくなるのである。

1

2

写真 3　Comparison of plates after an exposure.
(1) left : S 30° W　right : N 60° W
(2) left : S 60° E　right : N 30° E

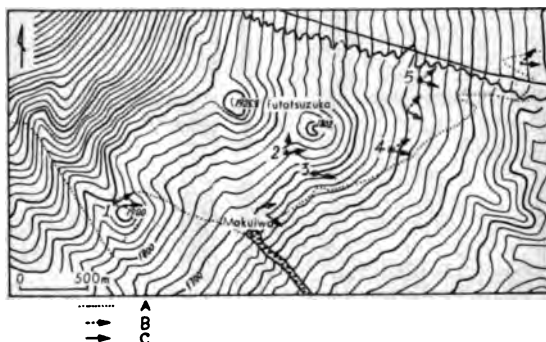
偏形方向のずれ　前述したように若干の地域において，顕著な偏形方向のずれが見られた。このことも偏形形成要因解明のための鍵を握っていると思われるので触れておきたい。

これらの現象はナメ沢（2，3），大流し（9，10）などの標高の高い沢沿い（しかも左岸に多い）や東斜面の標高の低いところに特徴的に認められる。ここでは特に太郎坊周辺における場合だけを取りあげることにする。第4図は第3図に示されたようなずれに注目して，その分布を示したものである。これは樹冠の上部，下部で偏向にずれがあるもので（前述のように type の差でもある）大きなところでは50°もの差が見られる。また宝永山下方の鞍部などのように，ほとんどずれのないところもある。この下部の（地上1m 以上2m 位まで）偏向については，樹幹の赤変という現象と対応し，その偏形要因は積雪期

における風に関係があると思われた。しかし，少くともそれと方向を異にする上部のものは，これ以外の要因を考えた方が妥当である。

第4図の1～5地点において前述のごとく，1969.11～1970.7および1970.7～1970.10の間，ブリキ板に塗料を塗布したものを樹幹に巻きつけて放置し，その剝離状況を観察した（写真5）。冬期を含む場合には1，2，5地点で樹幹の赤変と符号する下部の偏向と一致した方向のみに剝離が生じており，積雪期成因の考え方を支持する結果となっている。3，4地点で剝離が目立たないのは微妙な地形の影響かもしれない。また同時に1地点では夏期においても同様の方向に剝離が認められるということを見逃すわけにはいくまい。その他の地点では夏期には，ほとんど剝離は見られない。その後1970.8.3～8.5に行なった気象観測の結果について付言すれば，三陸沖から，関東南岸に前線が停滞していた8月3日には，1地点では5 m/s 前後の SW 風が観測されている。このように1地点の鞍部のように地形的条件のところでは，風の強い時は季節にかかわりなく，定常的な風向が見られるようだ。しかしながら冬期と夏期では剝離のされた方がかなり異ることは明らかである。写真5によれば冬期の場合には，細かく斑点状にはがれている特徴を認めることができるし，これは御庭の場合にも共通しているようだ。このことはさらに詳細な分析が必要であるが，たとえば雪氷のような細かい粒子がぶっかったという状況を想定するのは無理があるだろうか。この点は後に検討する。

写真4　A painted tin plate rolled around a trunk at Tarobo. (July 21, 1970 at Tarobo)

ともあれ，樹冠上部の偏形を作りあげるような要因は，特殊な場合を除き，塗膜を破損するような破壊力はもたないものと推定しうる。この地域一帯における樹冠上部の偏形は，斑点状に塗膜を破損する力よりも，より南よりの営力によってひきおこされる。

第4図　Local discrepancies in the direction of deformation at Tarobo.
A）Tree limit
B）Direction of deformation of the upper part of the crown.
C）Direction of deformation of the lower part of the crown.
Locations 1-5 are the places where painted tin plates were set.

富士山をとりまく風　観察や実験によって偏形をひきおこす要因について，ある程度の予測ができた。ここでは限られた観測資料ではあるが，1948～52年気象庁によって行なわれた中腹臨時観測および1968年より建設省が行なっている剣ヶ峯大沢お中道付近の観測結果を活用し，富士山をとりまく風について，その特徴を記述する。

山頂の風は第5図に示したように，冬期で W～NW が著しく，夏にはばらつきが大きくなる。冬には

Location 1

Location 2

Location 3

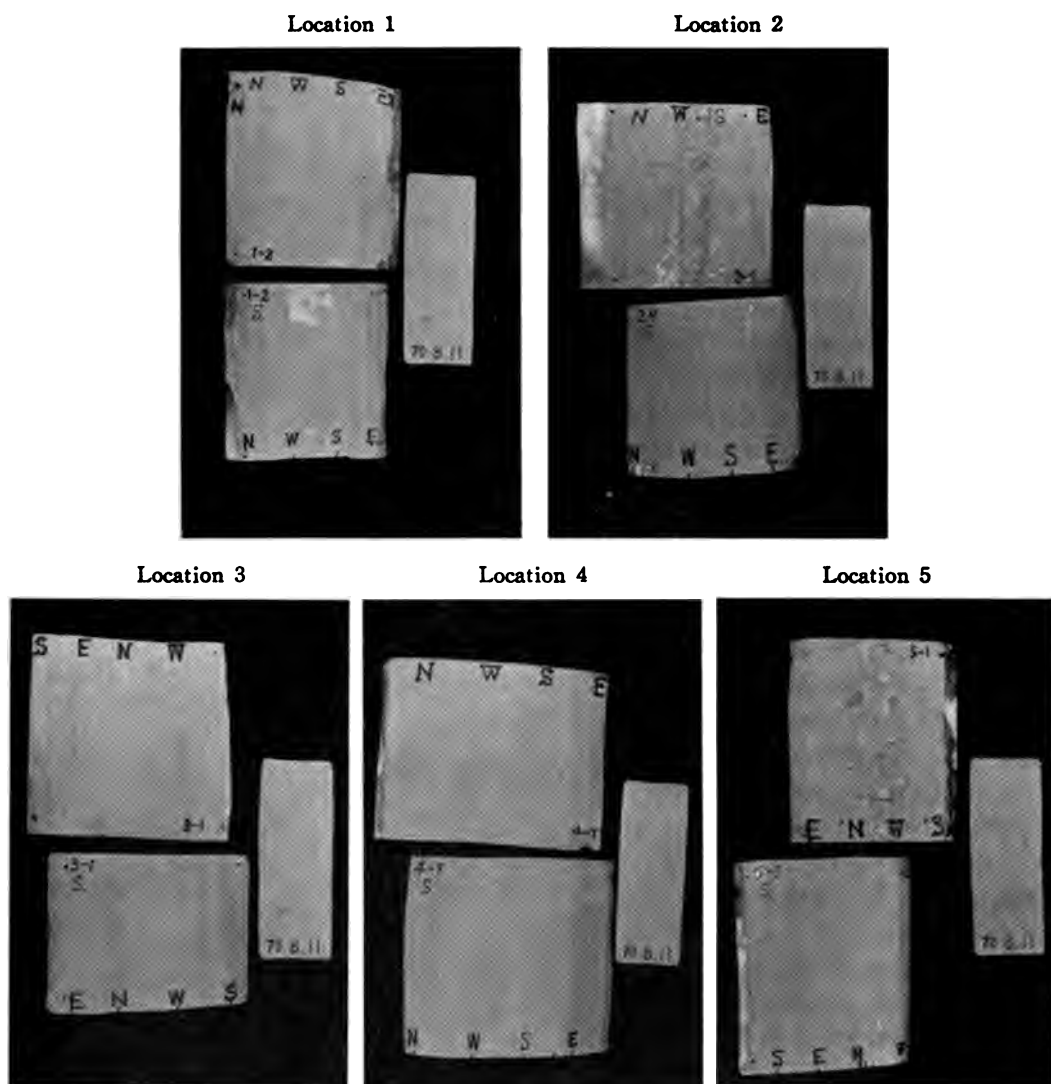
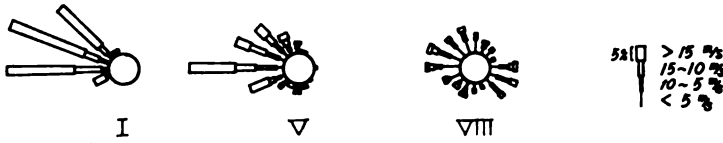
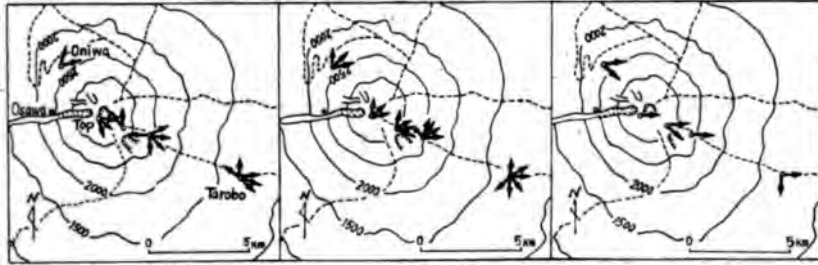
Location 4

Location 5

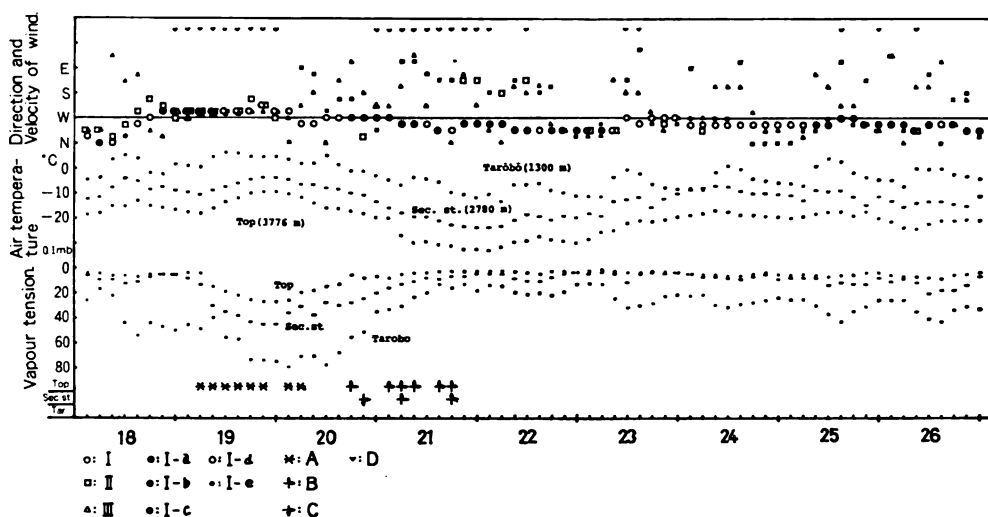
写真 5 Painted tin plates after an exposure. The upper ones were exposed in winter, the lower in summer. At locations 1, 2 and 5, the "plucking off" of paint is apparent.

その風速も非常に大きい。第6図は山頂の風向が一定の際，気流はどのように山体に影響されるかを示した模式図である。これは山頂の風が NW 系統，SW 系統の時を季節毎に選び出し，風速5 m/s 以上（冬期には実質上15m/s 以上）で数時間継続している場合の中腹の風の変化を見ようとしたものである。これによれば，山頂の風向に応じて，中腹ではほぼ山体をとりまくように変化している。ただし，標高の低い太郎坊では多様性が見られるし，夏において南東斜面の観測点が風下にあたる場合（あるいは風速が比較的小さいためか）は，逆に斜面を吹き上げる風が認められる。また中腹におけるそれぞれの観測点の風配図は第7図に示した。これらの風のうち，比較的強く，持続的な場合について天気図との対応を試みた。その結果，各地点とも南西風の著しい場合には，本邦付近が気圧の谷にあたり，低気圧が進行中の時であった。その他，西高東低時では太郎坊はむしろ SE 系統，大沢では W が目立っている。

第5図　Wind-roses at the top of Mt. Fuji (1937-1941). January, May and August

第6図　Effect of the mountain on air stream at a constant wind direction at the top.

富士山周辺の風は以上で見る通り，ほぼ山体をとりまくように変化しており，このことは阿部（1932, 1936）の気流実験によっても確かめられていた。また本邦付近に前線や低気圧が発達した時は，いずれの地点でもS~SWの風が目立つ。夏型の気圧配置の時は日変化がきわだち，冬型の場合には大沢では西より，太郎坊ではちょうど風下側にあたり，SEかNWのことが多い。この風下側の現象に関して，阿部（前出）は気流実験によって，山体にぶつかる風の速度の小さい時は風下に剝離はおこらず，風速を増すに従い剝離が顕著となり，吹き上げ流が見られるようになることを明らかにしている。山本（1968）も体験的な資料から，これを裏付けるような模式図を示している。また相馬（1969）は風洞実験の結果から，さらに風速を増すと剝離現象は解消すると指摘している（ただし32m/sでも解消しないという）。これらの点から考えると，冬期太郎坊において北西風が見られるのは，山体にぶつかる風が比較的弱い場合か，逆にかなり強い場合であることが推定される。

第7図　Wind-roses for stations on the slopes of Mt. Fuji. Only frequency at Kengamine Osawa.
A) 17-25, July, 1951
B) 10-19, August, 1952
C) 16-31, January, 1951
D) 8-17, May, 1942
E) 10-19, August, 1952
F) 1-24, January, 1870
G) 1-31, August, 1969

さて，第2図に示された偏形方向の分布は，全体としては以上のように考えられる風系のうち，低気圧通過時などの南西風と対応が良いように見える。このような気圧配置は盛夏を除き，最も感受性が強い生長期に比較的頻度が多いということも，その可能性を強調する。しかし，御庭や太郎坊における観察や太郎坊などの観測資料を個々に見ると，冬期間の影響は見逃せない事実である。

そこで次に赤変現象の観察や塗膜の暴露実験が行なわれ，偏形樹との対照も可能な南東斜面の冬期の気

第8図 Change of wind velocity and direction, air temperature and vapour tension at the top of Mt. Fuji and two stations on southeast slope during January 18–26, 1951.
I : Wind direction at the top of Mt. Fuji (3776m asl), II : at the second station (2780m asl), III : at Tarobo (1300m asl).
a : Wind velocity above 40m/s, b : 40–30m/s, c : 30–20m/s, d : 20–10m/s, e : under 10m/s.
A: Snow, B: Blowing snow, C: Drifting storm, D: Wind velocity above 3m/s at Tarobo.

象観測記録に触れてみたい。

すでに述べたように南東斜面太郎坊付近では NW 系統の偏向と SW 系統の偏向が偏形 type を異にして出現している。前者は赤変現象や塗膜の暴露実験により冬期の風に関係すると認定され，後者はむしろ低気圧通過時の風と符合すると考えられた。ここでは前者と関係するであろう風をより具体的に吟味してみたい。第8図は1951. 1. 16～31に南東斜面で行なわれた臨時観測の結果のうち，風向風速，気温，水蒸気張力，降雪現象などについて，1月18～26日の期間だけを3時間おきに取り出してみたものである。この期間は19日には低気圧が通過し，22日には西高東低型が強まり，この後者若干ゆるんで26日には再び冬型が強まるという気圧配置の経過をたどっている。そしてこの低気圧通過時，すなわち19日6時頃から20日の6時頃までは山頂において降雪が見られた。

まず山頂の風を見てみると，WSW に集中している期間を特徴的に抽出することができる。この期間は低気圧通過時に相当し，降雪があった期間にあたっていることは明瞭である。しかも，この時，五合五勺(2,780m)，太郎坊（1,300m）でも WSW の風で，全く差は認められない。また，太郎坊などでは他の時期より強い風となっていることも特徴である。しかし，これが冬に形成される偏形の要因とはなっていないことはすでに指摘した。その他の期間が西高東低ないしそれに近い気圧配置のものになるわけであるが，山頂の風はいずれも W から NW に偏していることがわかる。この期間だけの特徴かもしれないが，季節風の吹き出しから冬型が強まり，その後ややゆるんでいくという変化パターンに応じ，山頂の風は西から北西へと変化しているようだ。細かい検討はさし控えるが，700mb 付近のトラフの東進とあわせ考えれば自明のことかもしれない。中腹（五合五勺）や太郎坊の風は前にも触れたように SE 系統の風が出てくるのが特徴である。

さて，太郎坊において偏形方向と一致するような NW 系統の風は，いつ吹き，どのような特徴をもっているのだろうか。第8図によれば，たとえば18日未明，22日夜半から23日未明にかけて，23日から24日

にかけて夜間，また24日から25日にかけて北西風が吹走している。さらに吹き出しの時期の21日から22日の夜間にもその傾向がうかがえる。これらの時期は，いずれも気温が低下し，水蒸気張力も減少している時期に相当する。端的にいって，24日から25日かけてなどは山頂の風は方向，速度ともほぼ一定なのであるが，太郎坊では日中は SSE，夜間に入ると NW に替わっているのである。これらのことから，太郎坊で NW 系統の風が吹くのは，日中の乱れが消え，成層流が卓越する夜間であるということになる。五合五勺の地点でも同様の傾向である。ただ付言すれば，西高東低の気圧配置が強まる21～22日，25～26日にかけては，それがあまり明瞭でなくなるようだ。その意味では，西高東低型の少し崩れた時の地上風が偏形方向に対応するとした小川（前出）の指摘は，ここでも適用される。

Oka（1972）は，ただ単に低温で乾燥した風のみでなく，それに伴う雪氷などの微粒子の影響も含まれる可能性を指摘していたし，塗料膜のはがれ方に関してもその可能性をあげた。第8図によれば，地ふぶきが観測されたのは低気圧通過後の吹き出しの際であり，これは大田（1940）の富士山頂における積雪の観察（12～3月には積雪の増加はほとんどなく，特に低気圧通過後の季節風の吹き出しの際に風に飛ばされて，古い雪までが侵蝕剝奪を受けるという）とも符合する。五合五勺でも何回か観測されているが，その時の風向は NNW, ENE, SE などである。また，太郎坊では観測されておらず，他の地点で観測された時の風向も多様であって，偏形方向と合うわけではない。これらの点から考えると，低温・乾燥説に雪氷説を組み入れることは，現在のところ若干無理のようである。一方，この地ふぶきに関しては，地ふぶき発生の限界風速と気温の関係が大浦（1968）によって求められている。南極昭和基地における観測結果によると，その限界風速は－7°C 以下の場合，6.5m/s で一定となっており，気温が高くなるほど限界風速は大きくなるという。少々甘く見つもって，限界風速を 3 m/s（旭川でこの程度の結果があるらしい）に設定したとして，太郎坊で確かめてみると，これらの条件に合致するのは，第8図の期間内では20～21日，25～26日の夜間である。すなわち，西高東低型が強まる時期で，太郎坊では NW 風がさほど明瞭になっていない期間に相当する。NW 風が卓越する時期はむしろ上記の条件から見事にはずれているのである。これらの点から判断すれば，なお一層雪氷説は根拠のとぼしいものとなる。現在のところでは，F type の偏形の形成にとって，また，しいてはその方向と符合していた樹幹の赤変や塗料膜の剝離にとっても低温で乾燥した風が重要な役割を果していると考えざるを得ない。しかし，塗料膜のはがれ方など若干疑問の残る点もあるし，観測資料との対照が南東側の風下斜面に限られていることにも問題があるかもしれない。今後，冬期の観察を進めることも含め，さらに検討課題としたい。

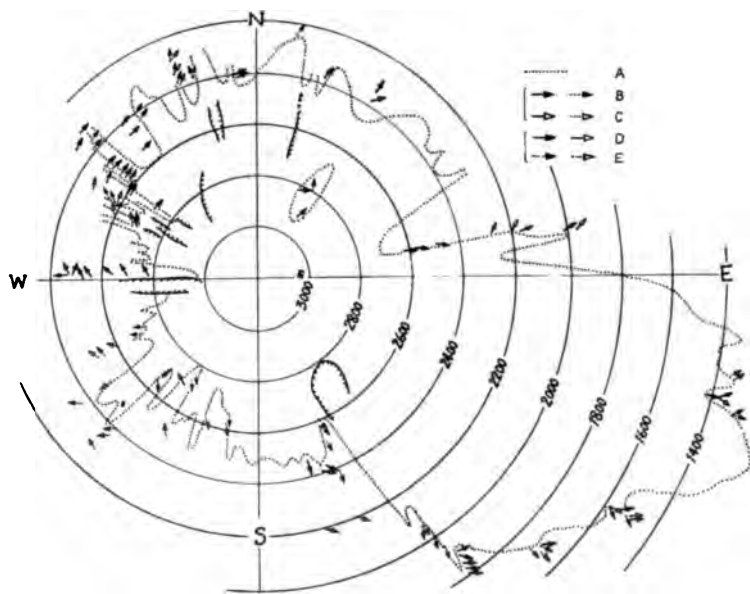
3）まとめ

以上のように偏形方向やその形態を仔細に観察することによって，ある程度その要因を予察しうることがわかった。その結果，樹幹の赤変方向と関連して，いわゆる F type，またそれとは異なる要因によるものとして S type を想定することができた。前者は降雪を伴わない積雪期，特に西高東低型の若干ゆるんだ時期の乾燥した低温の風（積雪期であるが故に，これによる害を受けやすい。酒井・ほか1969）を主要因とし，後者は低気圧通過時などにおける強い南よりの風と関係が深い。さて，御庭ないし太郎坊近辺におけるこのような解釈が，果して他の地域にも適用しうるであろうか。前述した通り，偏形 type に関しては，ほぼいずれの地域に関しても樹木限界線以下，C, F, S, N の順で出現し，特に C, F は森林限界付近に限られ，群落が密になると S, N が卓越する傾向が見られた。しかも面白いことに須走，富士宮，南西斜面などにおいては，高度に伴う偏形 type の変化に従って偏向が変わる。また，標高1,000m 前後の籠坂峠付近や，山中湖周辺になると，もはや S type のものが北よりの偏向を示しているだけとなる。このように考えてみると，森林限界付近では偏形の形態においても，その偏向においても独特のパターンが見られるわけで，御庭，太郎坊での解釈は富士山全体にとって不都合なものではない。その意味では冬期における偏形を作りあげる効果は，基本的には群落の被度や高さおよび標高との関係でとらえることができる。同時に，斜面によって森林限界には大きな高度差があり，そのいずれの場合にも F type の偏形が

認められるということを考慮すれば，その効果の中に風速の大きさを加味しなければならないことは言うまでもない。もちろん，この森林限界付近でもいわゆる南風の影響も受けており，太郎坊周辺などの標高の低いところでは，その効果も象徴的に観察することができる。しかし，標高の高い森林限界や鞍部，尾根などの地形条件のところでは，冬期の効果が大きいか，もしくはいずれの風の場合も定常的な風向を示すため，この南よりの効果は結果的には判別しえない。

ついで C type について付言しておく。これは樹木限界付近にのみ見られ，冬は積雪下にあると思われる。このことは小野寺（1963）の指摘するごとく，夏期における卓越風の指標となる可能性を秘めている。しかし，筆者の観察した限りでは，その樹冠上部は刈り取られたように枯死したものが多く，積雪期の雪面上のみがき粉的効果を予期するのが見られた。もっともこれも乾燥害とみなした方が良いのかもしれない。この type についてはその偏形方向の判定も難しく，さらに細かい形態的把握をする必要があるだろう。ただ今回，方向などが明瞭にわかるのものについては，上記の根拠から冬の効果を示すものとして採用した。

以上のような見地から，明らかに積雪期に形成される樹幹の赤変現象などと関連づけられる C, F type のものと，南よりの風との対応が良かった S type とを特に選び出し，その分布を第９図に示した。やはり山体をモデル化して円形グラフに描き込んである。また，これから尾根上の偏形樹のみに注目し，等高線との対応から流線を描いたのが第10図である。これによると「夏」には吹き上げ，冬には吹き下しの特徴が見られ，特に後者は阿部，山本（いずれも前出）のものよりその傾向が明瞭である。

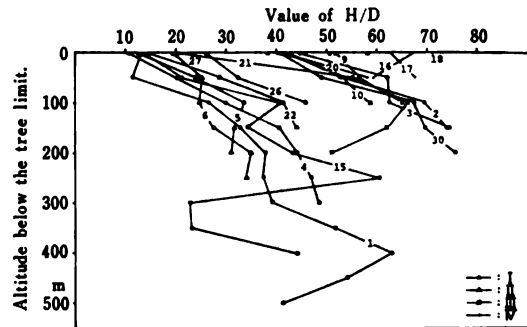
以上，偏形を作り出す営力について，その可能性を様々に論じてきた。しかし，その indicator としての有効性を確固とするためには，さらに検討を要する問題点がある。たとえば，形態の判定は相変らず困

第９図　Distribution of direction of deformation by the agents.
A）Tree limit
B）Direction of deformation. Attention is directed to the fresh, reddish surface of trunks.
C）Direction of S type deformation.
D）Direction of deformation on ridges.
E）Direction of deformation in valleys.

離を感じさせる。今回は一応大きく4つにわけて議論したが，偏形樹の各部位を測定して量的に判定する方法（吉野，1960）などを活用してみる必要もある。もし，type によって要因が異るのであれば，なおさら上記のような方法を駆使して，厳密な基準を設ける必要があろう。

また，一方で積雪期における調査の不足は，積雪期形成説が優位にあるが故に，致命的でさえある。今後，着雪・着氷や地ふぶきなどを含めた観察，測定を表日本の山においてさえ追求する必要がある。

第10図　Assumed air stream around the mountain according to the direction of deformation and the contour lines. (indicated by concentric circles)
left : Southwesterly in summer
right : Northwesterly in winter

III　カラマツの幹形変化に関する若干の検討

すべて樹木は樹齢が増すに従い，樹高，胸高直径は増加する。もちろん，一般に樹高と胸高直径の等しい樹幹の間でも，胸高以外の各部位の直径は等しくなく，幹形が異る。このことに着目して，現在までに至る生長の過程について解析した例もある(高瀬・松崎1970)。しかし，ここではそこまで立入らずに，単に樹高と胸高直径の比をとりあげ，標高や斜面方位などの条件によって，どのような変化があるのかを見ようとした。なお調査にあたっては直径は 1 cm 単位，樹高は50cm 単位で測定した。また樹幹が横臥しているものについては，胸高に相当する部位の直径ならびに垂直の高度を測定した。

第11図　Variation of form of trunks on each slopes.
Ⅰ : Altitude of tree limit above 2700 m asl.
Ⅱ : 2700-2500m asl.
Ⅲ : 2500-2000m asl.
Ⅳ : under 2000m asl.

1)　標高，斜面方位による形状比の変化

胸高直径（D）に対する樹高（H）の比率(H/D）を形状比と呼び(高橋1978)，各斜面(各ルート）ごとにそれを算定して，樹木限界から下がるとともにどのように変化するかを見ようとしたものが第11図である。これらは局地的な条件を消去するため，50m の高度ごとに上下50m づつ，すなわち幅100m の間の算定値を平均し，これをもってその高度の代表値としたものである。各ルートの長さが異るので厳密な比較は無理かもしれないが，それでもいくつかの特徴点をあげることができる。第一にはほとんどすべてのルートで右下りの傾向を示すこと，第二に樹木限界付近の形状比が20前後および40位の場合で，ほぼ二つのグループに分かつことができること，第三には樹木限界以下100m前後で H/D の変化が鈍り，いわば安定した生長を示すこと，第四に①，⑮などのルートでは300～400mで反転ないし反復傾向が見られることなどである。これらの特徴点が気候条件との関係でどのような意味を持つか定かではないが，以下にその可能性を検討してみたい。

2)　考　察

偏形型が基本的には樹木限界以下，C, F, S, N の順で出現することは何度か触れた。このうち形状比に特異な傾向を示したのは C type であった。とすれば当然標高が低くなり，C type が少なくなるに従い，形状比は大きくなるはずである。もっとも各ルートでこれらすべての C type が出現するとは限らないが，少くとも C type の出現順に逆転がない限り，基本的には標高が下がるとともに上方生長が促進されると

第12図 Situation of the types of deformed larches on each slopes.
A : Surveying route, B : Tree limit, C : C type, D : F type, E : S type, F : Turning point of H/D value, G : Unidentified range.

いうことがいえるだろう。ところで，この上方生長の促進，すなわち形状比の増加は樹木限界から100m前後の間で急激となっているルートがほとんどであった。一方，各ルートごとに各 type の出現状況を示した第12図によれば，この間はほとんどのルートでC type が他の type に移り替わるところであることがわかる。上記の急激な変化はこのことと関係していると考えるのが妥当のようだ。C type のほとんどない⑯，⑰，⑱などで，その傾向が不明瞭であることからも，この考え方はうなずけよう。

また，第11図において樹木限界付近の形状比が20前後のグループ(①，④，⑤，⑧，⑮，㉑，㉒，㉖，㉗）を抜き出し，偏形 type の出現する様子を第12図で対照してみると，第二のグループに比べ，いずれもC type がかなりの幅をもって出現していることがわかる。⑧などは側火山火口列上にあたるため特殊な例かもしれないが，これらは斜面方位に応じ相対的にC type が多く出現しているルートに相当していることは間違いない。これらの中で㉚のみが例外的であるだけである。

このように樹木限界以下100m 前後の間の形状比の急激な変化にとっては C type の存在が，また樹木限界付近の形状比の大きさにとっては C type の出現範囲が大きくかかわりあっているようだ。このような C type の出現はどのような環境条件に対応するのだろうか。あるいは前節でも触れた積雪のある種の条件の反映なのかもしれないが，これに関する議論はここでは差し控える。

さて次に問題となるのは，樹木限界以下100m 前後で形状比の変化がなぜ鈍ってしまうのかということである。換言すれば，なぜこの高さになると樹幹の生長のしかたが安定してしまうかということでもある。このことは第12図参照してみても出現 type のいかんによらず生じているし，標高や斜面方位，また，さきの二つのグループによっても変わらず認めることができる。ただ樹木限界高度が極度に低い⑯，⑰，⑱では最初から安定傾向が見られるようだし，⑨，⑳，㉘などでは調査ルートが短いせいもあるのか不明瞭である。このような諸点を鑑みると，この現象はある高度（ほぼ2,000m）以上に現われ，しかもひとえに樹木限界からの距離によって生じると言えよう。その点では純粋の温度条件によって規定されるものではなさそうである。むしろ樹木限界以下100m 位までが苛酷な環境条件の影響下にあると考える方が妥当のようだ。前節での冬期の効果の及ぶ範囲が，これに相当するのかもしれない。だとするならば F type の限界と一致していなければならないだろうし，この樹木限界以下の幅の微妙な差が斜面方位によっては重要なものとなるはずである。この点も詳しい検討は今後の問題とする。なお，形状比40位から始まるグループは，ほぼ60～70に近づくと安定傾向に入っている。これは樹木限界の低い⑯，⑰，⑱での値や北斜面1,340～1,400m 付近の人工林に関する値（安藤1962）ともほぼ符合し，一応この地域の標準的な生育をしているとみなしても良さそうである。それに対して形状比20前後から始まるグループでは40～50で安定傾向に入ってしまう。このグループは先にも述べたように，C type の出現範囲が大きく，それが安定傾向に入る形状比の値にもかなりの影響を残しているともいえよう。しかしながら明らかに C type の出現範囲を脱していても，形状比が60～70にならないルートも見受けられ（①，④など），その意味ではこれらの

ルートでの樹木の上方生長は，相対的にあまり良好ではないといえるかもしれない。とはいえ，樹木限界以下300m ともなれば，少なくともいったんは60~70程度の値に近づき，標準的な生育が見られるようになる。このことをさらに明確にするためには，調査ルートを伸ばしてみることが必要であろう。

さて，少々乱暴ではあるが，この樹木限界の形状比が小さいグループに入るルートは，宝永山の噴出物によって樹木限界が急降下させられているものの他，北西斜面，ならびに南西斜面に集中しているようにも見える。C type の出現とのかかわりあいの他，偏形樹の示す方向との関係があるいは考えられるのかもしれない。とすれば偏形樹を形成せしめるような風は形状比にも少なからず影響を及ぼしているといえよう。しかしいずれにせよ，高橋（前出）が八ケ岳で指摘しているような風衝側と風背側の明瞭な差異は富士山のような孤立峰では現われにくいのかもしれない。

以上，きわめて予察的な試論にすぎないがカラマツの幹形変化のもつ意味について，その可能性を論じてきた。しかし，たとえば C type の出現に対応する環境条件の抽出をはじめとして課題は多い。今後とも一層の検討を進めてみたい。

本論文作成にあたり，都立大学の矢沢大二名誉教授，前島郁雄教授，中村和郎助教授，青山高義助手をはじめとする気候研究室の各位，気象研究所の相馬清二博士，河口湖測候所の故山本三郎氏，拓殖大学の小川　肇助教授らをはじめ多くの方々にご指導，ご助言を賜わった。調査に際しては気候コロキウムの諸氏に多大なご援助をいただいた。また塗料の暴露試験は日本油脂株式会社戸塚工場（当時）の山本辰次郎氏のご協力によるものである。以上，記して厚く御礼申し上げる。

引用文献

阿部正直(1932)：気流実験による富士山頂の風向に就て．気象集誌，2-10-12，667-669.

——(1936)：富士山の雲形と其機巧並に気流実験．気象集誌，2-14-2，74-81.

安藤愛次(1962)：中部山地の林地生産力に関する研究．農林出版.

BARSCH, D. (1963) : Wind, Baumform und Landschaft. *Freiburger Geographische*, **1**, 72-130.

BRAUN-BLANQET, J. (1951) : Pflanzensoziologie. Springer-Verlag. Wien. 190-205.

古越隆信(1957)：富士山の樹木限界におけるカラマツの樹型変異．第67回日林学会大会講演集，202-206.

HOLTMIRE, F-K. (1971) : Der Einfluss der orographischen Situation auf die Windverhältnisse im Spiegel der Vegetation. *Erdkunde*, **25**, 178-195.

榧根　勇(1967)：イチョウの偏形から判定した南関東の夏の風の特性．東教大地理学研究報告，**11**，241-256.

LAWRENCE, D. B. (1939) : Some features of the vegetation of the Columbia River Gorge with special reference to asymmetry in forest trees. *Ecol. Monogr.*, **9**, 217-257.

ルンデゴルド(1964)：植物実験生態学．門司正三他訳，岩波書店.

三沢勝衛・河角　広(1939)：二，三の卓越風指標植物について．地理学，**7**.

小川　肇(1974)：尾瀬ケ原南稜における風による偏形樹の成因およびその分布の示す意味について．地理評，47，7，437-461.

OKA, SH. (1972) : Deformation of trees on Mt. Fuji. *Geogr. Rep. Tokyo Metrop. Univ.*, **6/7**, 15-29.

小野寺　斉(1963)：奥羽山脈南部における針葉樹の偏形について．東北地理，**15**，112-119.

大田正次(1940)：富士山頂の積雪．日本雪氷協会論文集，**1**，17-20.

大浦浩文(1968)：地ふぶきの発生に関する研究．雪氷，**30**，6，1-7.

酒井　昭(1968)：カラマツの幹の地ぎわの凍害．日林誌，**50**，4，111-113.

酒井　昭・渡辺富夫・山根玄一(1969)：道東地方における林木の冬の乾燥害．日林誌，**51**，5，111-117.

関口　武(1951)：柿の梢の偏向より判断した赤穂扇状地の初夏の卓越風．地理評，**24**，33-43.

相馬清二(1969)：地形と気流の問題における乱流剥離の役割(その1)．気象研究所，1-7.

田上善夫(1976)：利尻島における偏形樹の形成要因について．地学雑，**85**，1，28-42.

高橋亀久松(1978)：八ヶ岳亜高山林の樹木形状比．日林誌，60，3，100-103.

——・高橋啓二(1974)：道路建設に伴う亜高山帯林の風害(1)．日林誌，56，8，288-293.

高瀬五郎・松崎　清(1970)：樹幹の形状生長の分解と合成．日林誌，52，2，141-148.

TROLL, C. (1955) : Der mount Rainier und das mittlere Cascaden Gebirge. *Erdkunde*. 9, 264-274.

山本三郎(1968)：富士山接地層の気流と登山ルート．東京管区地方気象研究会誌，1，46.

矢沢大二(1951)：大島の気候景観の一例．地学雑，60，152-154.

——(1952)：気候景観．古今書院，227p.

YOSHIMURA, M. (1971) : Die Windverbreitung im Gebiet des Mt. Fuji. *Erdkunde*, 25, 194-198.

吉野正敏(1960)：亜高山帯付近における風の気候景観とそれによる小気候調査．東教大地理学研究報告，4，193-201.

YOSHINO, M. M. (1964) : Some local characteristics of the winds as revealed by wind-shaped tree in the Rhone valley in Swizerland. *Erdkunde*, 18, 28-39.

吉野正敏・榛葉威彦(1968)：樹木限界付近の樹形と気候条件．森林立地，9，1-5.

YOSHINO, M. M. (1973) : Studies on wind-shaped tree : their classification, distribution and significance as a climatic indicator. *Climatological Notes, Hosei Univ.*, 12, 1-52.

(1979年11月5日受理)

地学雑誌 89, 2 (1980)

房総半島中部，小櫃川上流猪ノ川流域の第三紀後期清澄層と安野層の層序

前田 四郎* 渡辺 喜興**
大塚 澄夫* 川辺 鉄哉*

The Fundamental Stratigraphy of the Late Tertiary Kiyosumi and the Anno Formations along the Inokawa River in the Central Boso Peninsula

Shiro MAEDA, Yoshioki WATANABE, Sumio OHTSUKA and Tetsuya KAWABE

Abstract

The Amatsu Formation and the Toyooka Subgroup consisting of the Kiyosumi and the Anno Formations are well exposed along the Inokawa River, the uppermost tributary of the Obitsu River which runs northwestward from the northern foot of the Kiyosumi mountain (315 m) in the Boso peninsula.

The valley of the Inokawa River is one of the areas well-known for the distribution of the Toyooka Subgroup and the basal member of the Kazusa Group. The writers observed on the stratigraphy of the Kiyosumi and the Anno Formations along the Inokawa River paying the special attention to the rhythmic aspects of sediment, the development of conglomerate, and the existences of pyroclastic layers, such as white or pink or so-called gomashio tuffs, pumice and scoria. Some results of the present work are as follows :

1) The Kiyosumi Formation, consisting mainly of sandstone with thin bedded siltstone and conglomerate, is subdivided into three members, namely the lower conglomeratic sandstone (about 45 m thick), the middle sandstone (about 140 m thick) and the upper sandstone (about 80 m thick) by the lithologic facies and the sedimentation of the strata.

2) The Anno Formation which is characterized by the alternation of tuffaceous sandstone and siltstone with many kinds of pyroclastic sediments, is subdivided also into three members, i. e., the lower siltstone (about 95 m thick), the middle alternation of sandstone and siltstone (about 85 m thick) and the upper sandstone (about 120 m thick).

It is remarkable that the middle alternation contains abundantly so-called gomashio

* 千葉大学理学部地学教室
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University
** 日特建設株式会社 Nittoc Construction Co., Ltd. Tokyo

tuff in several horizons, but that the upper sandstone is interbedded frequently with rather thin scoria which is black or dark in colour.

3) In this surveyed area the thickness of the Anno Formation is more or less larger than that of the Kiyosumi Formation, compared with the case in other areas where two Formations are distributed.

4) The thickness of the Kiyosumi Formation in the Inokawa River area is almost same as that of the Formation in the Ubara area along the Pacific Ocean, but the lithologic facies is somewhat different from each other between two areas, namely the conglomerate facies is developed considerably in the Inokawa River area, but it is very rare in the Ubara area.

5) In the Inokawa River area the carbonaceous layers which contain fossil pollen grains and spores are abundant, but in the Ubara area they are rather few.

6) The Kiyosumi and the Anno Formations in this area yield microfossils such as foraminifers and calcareous nannoplanktons, but macrofossils are very rare.

I 緒 言

房総半島中部，小櫃(おびつ)川上流地域には豊岡層群の中・下部を占める清澄層，上部を占める安野層及び上総層群の基底部の黒滝層が典型的によく発達している。このたび清澄層・安野両層の堆積学的・地史学的研究の基礎としての正確な層序を明らかにする目的をもって，小櫃川上流の猪ノ川流域を特に選び，両層の層序学的研究に従事した。

野外調査に当ってはスコリア，白色凝灰岩，桃色凝灰岩，ゴマシオ状凝灰岩などの火砕岩や偽層，スランプ構造，フレーム構造などの堆積構造にも注意を払って調査した。柱状図は100分の1の縮尺をもって，特に重要な火砕鍵層の柱状図は10分の1の縮尺をもって作成した。

本研究によって清澄層を3区分し，また安野層をも3区分した。また清澄層から多くの有孔虫が産出することを確認した。

本文では明らかとなった若干の事実について，その概要を述べてみたいと思う。

なお本研究を行なうにあたり，千葉大学理学部地学教室の坂上澄夫博士をはじめ松本みどり，沢野　弘，小林博明，横川生朗，八田明夫，今宮　謙，佐竹博之，井伊博行の諸氏ならびに東京都貫井中学校の福田鉄雄氏には野外および室内において種々と貴重なご注意をいただいた。また野外調査に際しては東京大学農学部附属演習林郷台作業所の職員の方々にお世話いただいた。上記の方々に対してここに厚く感謝の意を表する次第である。

II 研 究 史

房総半島中部には新生界が広く分布し，かつよく露出していて，これまでに多くの人々によって研究されてきた。その主なものとして脇水（1901a, b；1933）は東大附属演習林の地質を調査し，地層区分を行い，槇山（1930, 1933）は当地域を含む房総半島北部の新生界の層序区分を行なった。小池（1951）は黒滝層の分布状況や堆積物の特徴を明らかにするとともに，黒滝不整合の形成機構を究明した。また藤田・陶山（1952, 1953）は房総半島中央部に分布する中部鮮新統の堆積機構の研究を行ない，房総研究グループ（1957）は層序を明らかにした。三梨（1954）は火砕岩層に着目して，湊川・小糸川間の地質について論じ，大原・高橋（1975）は黒滝層の古環境と安野層の火砕岩とを研究した。徳橋・岩脇（1975）は安野層中の2層準の砂泥互層を対象に単層解析を試みた。東大附属演習林地域の地質は脇水（1901）以外では大塚（1937），沢田（1939），小池・西川（1955）らによって研究されてきたが，最近公表された研究として

は飯島・池谷（1976）の調査があり，この研究成果は清澄山地域の地質に関し多くの知見を与え，当地域の今後への研究の基礎をつくったものといえる。また MAEDA・SAWANO（1978）は安野・黄和田両層の石灰質ナンノプランクトン化石に関する研究を行なった。

III　地質概観

調査地域は小櫃川上流の猪ノ川上流にそって東西約1.5km，南北約 3 km の範囲である（第 1 図）。この地域は元清澄山（344.2m）と清澄山（365m）とを結ぶ山嶺線の北側に位置する。

調査地域内には下位から天津層，清澄層，安野層，黒滝層がほぼ東西方向にのび，比較的広く分布する（第 2，3 図）。黒滝層は猪ノ川下流の黒滝附近を模式地とし，安山岩質凝灰岩，砂岩，凝灰質砂岩，頁岩及び凝灰質頁岩などからなり，最下部には安山岩質凝灰質砂岩の小礫ないし中礫及び古期のチャート，砂岩，頁岩などの小礫を含む基底礫岩があり，この礫岩は下位の豊岡層群上部の安野層を不整合におおう。

猪ノ川の最上流地域に佐久間層群最上部の天津層が露出する。本層は房総半島中部で最も厚いが，西と東の両方向で次第に薄くなる。

第 1 図　位置図

第 2 図　猪ノ川にそう天津層（1），清澄層（2），安野層（3），黒滝層（4）の分布
a—b：地質断面の位置（第 3 図参照）

IV　清澄層

本層は千葉県安房郡天津小湊町にある清澄山を模式地とする。調査地域における本層は岩相に基づき下位から下部礫質砂岩部層，中部砂岩部層，上部砂岩部層に 3 区分される（第 4 図その 1 参照）。なお下部礫質砂岩部層と中部砂岩部層との境界は下部部層中に存在する礫の消滅をもって，また中部砂岩部層と上部砂岩部層との境界は堆積サイクルにおける砂岩の厚さの変化，すなわち中部部層は比較的薄い砂岩を含むサイクルよりなることが多いが，しかし上部部層は比較的厚い砂岩を含むサイクルよりなることをもって部層区分の基準とした。

第 3 図　地質断面図（第 2 図の a—b にそう）
記号は第 2 図の記号に一致する

1）下部礫質砂岩部層

岩相：本部層は厚さ約 1 m の級化する青灰色の砂岩が卓越し，それに加えて

厚さが10～30cm の灰色シルト岩* を頻繁に挾み，砂岩中に細礫を含むことで特徴づけられる。厚さは約45m である。本部層には細礫を含む砂岩が数枚存在する。細礫の多くは砂岩の基底に存在する。礫は径 2～5 mm のものが多いが，ときに径10mm に及ぶものを含み，それらは概して亜角礫をなし，円礫は比較的少ない。礫岩の基質は暗灰色粗粒砂岩で，やや堅硬質である。礫種としては赤色チャート，灰色チャート，乳白色珪質岩，黒色珪質粘板岩，暗灰色硬質砂岩，黒雲母石墨片岩，緑色片岩などがみられ，これら礫中に結晶片岩礫が含まれることは興味深いことである。

本部層中には軽石質砂岩が比較的多くみられ，特に最下部では厚さ約 3 m のものが存在する。また厚さ 2～7 cm のスコリアがときおり挾まれ，さらに特記するに値するものとして本部層の上限より約18m 下位に厚さ約 2 cm の白色細粒凝灰岩が，また同様に上限から約20m 下位に厚さ約 5 cm の淡桃色細粒凝灰岩が挾在し，これらは鍵層として層序の対比に役立つ。また砂岩とシルト岩にはしばしば炭質物の薄層が存在する。なお調査地域外の本層中の炭質物の含まれる部分からは *Salix*, *Cryptomera*, *Sequoia* などの花粉の産出が明らかとなっている（前田・外：1977）。

有孔虫化石はシルト岩中にかなり多く含まれるが，今回は底棲種だけを取り扱った。そして本部層では下限より約15m 上位の層準と，下限から約30m 上位の層準とのシルト岩を対象として検討した。下限より約15m 上位の層準においては *Bulimina nipponica* ASANO と *Melonis parkerae* (UCHIO) が優勢である。その他，*Uvigerina proboscidea* SCHWAGER, *Meronis pompiloides* (FICHTEL & MOLL), *stilostomella lepidula* (SCHWAGER), *Bolivinita quadrilatera* (SCHWAGER), *Fissurina* spp., *Pyrgo* sp., *Dentalina* sp. などを産出する。

下限より約30m 上位の層準において *Melonis parkerae* (UCHIO), *Lenticulina* sp., *Pyrgo murrhyna* (SCHWAGER) を優占種とする。その他産出種のうち主要なものは *Meronis pompilioides* (FICHTEL & MOLL), *Stilostomella lepidula* (SCHWAGER), *Bulimina nipponica* ASANO, *Dentalina* sp., *Fissurina* sp. である。

下位の天津層が泥岩に富んでいるのに対して本部層は礫岩や粗粒砂岩が優勢に存在するので，天津層から明瞭に区分することができる。堆積サイクルは明瞭でない。

2)　中部砂岩部層

岩相：本部層は主に厚さ 1～2 m の青灰色の砂岩よりなり，シルト岩を伴い，小さい堆積サイクルが存在する。厚さは約140m である。1 サイクルは厚さ約 2 m の厚い砂岩と厚さ10～20cm の薄いシルト岩との互層から，次第に厚さ10～20cm の砂岩と厚さ 5～20cm のシルト岩との頻互層へと漸移していく。1 サイクルの各々の厚さは約15m であり，本部層においては 7 つの小堆積サイクルが認められる。本部層の砂岩は一般に細粒ないし中粒で，なおほぼ中部層準には軽石質砂岩を集中して挾まれる。

火砕岩鍵層：本部層中には主な火砕岩鍵層として Ki-1 と Ki-2 とがある。

Ki-1 は 2 枚のゴマシオ状凝灰岩とその上位にある厚さ約28cm のスコリアとからなり，厚さは約340cm である。2 枚のゴマシオ状凝灰岩は下部のものは約120cm で，上部のものは約57cm である。スコリアと上部のゴマシオ状凝灰岩との間には凝灰質シルト岩及びシルト岩を挾む凝灰質砂岩がある。この Ki-1 は HKt（三梨・矢崎　1959），K 1（飯島・池谷　1976）にほぼ相当する。

Ki-2 はフレーム構造をもつ厚さ約 3 cm の下部の白色細粒凝灰岩と，コンボリュート構造を示す厚さ約 6 cm の上部の白色細粒凝灰岩とから構成される。下部の白色細粒凝灰岩の下位にはこれに接して厚さ約15cm のシルト岩とさらにその下位に厚さ約19cm の砂岩とが存在する。上部の白色細粒凝灰岩の上位にはこれに接して厚さ約 4 cm のシルト岩があり，このシルト岩はさらに上位にある厚さ約12cm の凝灰質砂岩へ漸移する。上述のフレーム構造とコンボリュート構造をそれぞれ示す 2 枚の白色凝灰岩の間には厚

* 本層中のシルト岩からは石灰質ナンノプランクトン化石を比較的によく産出するが，それらは安野層中のものと比較するとやや保存がよくなく，目下詳細に検討中である。

さ約28cm の凝灰質砂岩 Ki-2 が挟まれる。この Ki-2 は上部砂岩部層と中部砂岩部層との境界付近にあるので，部層区分上一つの目標となる。また砂岩に炭岩に炭質物を含む葉理がしばしば発達している。本部層は砂勝ちとなることによって下位の礫質砂岩部層から明瞭に区分される。

3） 上部砂岩部層

岩相：本部層は厚さが 1～3 m の青灰色の砂岩を主体にし，厚さ約10cm のシルト岩を頻繁に挟み，厚さは約80m である。本部層では厚さ約 3 m の厚い砂岩と，厚さ約10～20cm の薄いシルト岩との互層から，次第に厚さ約 3 m の砂岩と厚さ約 5～20cm のシルト岩との頻互層に漸移していく。本部層の砂岩は中部部層の砂岩より一般に厚いことが特徴である。本部層においては 4 つの小堆積サイクルが認められる。そのうち厚いのは最下部に存在する約35m のものであるが，薄いものは約10m である。砂岩は細粒ないし中粒である。本部層中では中部砂岩部層との境界から約35m 上位の層準に厚さ約 2 cm の白色細粒凝灰岩と厚さ約10cm の粗粒ゴマシオ状凝灰岩とが存在するが，その他の層準には火砕台はほとんどみられない。また砂岩に炭質物の葉理が発達するが，上位の安野層との境界付近では炭質物は概して少ない。

有孔虫化石については本部層の下限から約20m 上位の層準と，同じく下限から約40m 上位の層準において検討した。下限から約20m 上位の層準においては *Bulimina nipponica* ASANO, *Bolivinita quadrilatera* (SCHWAGER), *Uvigerina* spp. が非常に多く，*Stilostomella lepidula* (SCHWAGER), *Oolina melo* D'ORBIGNY, *Pyrgo* sp., *Gyroidina* sp., *Quinqueloculina* sp. などが産出する。

下限から約40m 上位の層準においては優占種は *Bolivinita quadrilatera* (SCHWAGER) で，また *Dentalina* sp., *Lagena* sp., *Cibicides* sp. などが含まれる。

本部層は下位の中部砂岩部層に比べ，岩相がほとんど変化しないように思われるが，前述したように下位の中部砂岩部層とは堆積サイクルの変化によって区分される。清澄層の下限から上限までの厚さは約265m であると推定される。本層からは上述のように微化石は産出するが軟体動物化石は乏しい。

V 安　野　層

調査地域内に本層の模式地があり，本層は岩相に基づき下位より下部シルト岩部層，中部砂岩・シルト岩部層，上部砂岩部層に 3 区分される（第 4 図その 1・その 2 参照）。

1） 下部シルト岩部層

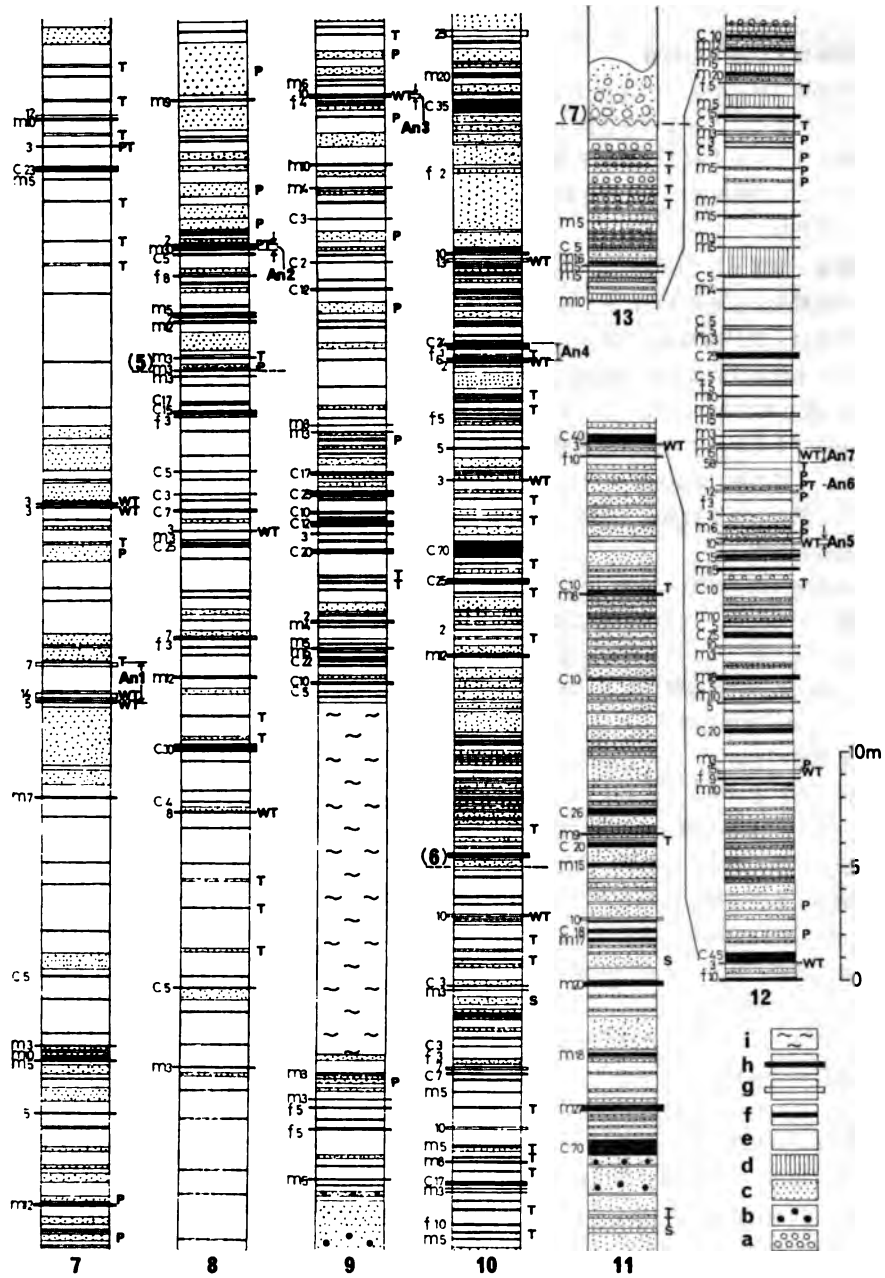
岩相：本部層は厚さ 1～10m の灰色から暗灰色のシルト岩* を主体とし，これに薄い細粒から中粒の砂岩，まれに凝灰質砂岩とそれにごく薄い凝灰質シルト岩とを挟み，厚さは約95m である。なお本部層の下限から約25m 上位の層準に 1～3 m の比較的厚い塊状砂岩がみられる。砂岩は青灰色であるが，しかしまれには黄灰色を呈することがある。本部層の中部層準には厚さ約10cm の薄い凝灰質砂岩を数枚挟在する。ゴマシオ状凝灰岩は中粒から粗粒のものが多く，厚さは10～20cm の範囲にある。

火砕岩鍵層：本部層の主な火砕岩鍵層には An-1(後述)があり，この鍵層は 3 枚の火砕岩からなる。すなわち，そのうち最下部のものは下限から約25m 上位の層準にある厚さ約 5 cm の白色細粒凝灰岩である。この白色細粒凝灰岩の上位に存在する岩相は，下部から順に厚さ約 6 cm の凝灰質シルト岩，厚さ約 5 cm のシルト岩，厚さ約14cm の白色細粒凝灰岩，厚さ約11cm の砂質シルト岩，厚さ約92cm の塊状シルト岩，厚さ約 7 cm の細粒凝灰岩が重なる。この火砕岩鍵層 An-1 は AN-1（大原・高橋1975）のさらに上位に厚さ約10cm の凝灰質シルト岩を加えたものである。

また本部層中で特に注目に値するものとしては，An-1 の上位約20m の層準に挟まれる厚さ約 3 cm の桃色細粒凝灰岩が挙げられる。この桃色凝灰岩は一部においてはかなり鮮明な桃色を呈するが，ところによっては風化が進んでいて観察しにくいこともある。本部層は下位の清澄層に比べ岩相が明瞭に変化して

---

* 安野層中のいずれの層準のシルト岩からも花粉・胞子化石が産出すると考えてよかろう（前田・外，1977)。また本層産の石灰質ナンノプランクトン化石は保存も良い（前田・外，1979)。

第４図（その１）　猪ノ川地域における天津層・清澄層・安野層の柱状図
１の上に順に２，３・・・・６が重なる。柱状図左側の数字は厚さ。左側の記号，Ｃ：粗粒，ｍ：中粒，ｆ：細粒。柱状図右側の記号　Ｐ：軽石質，Ｔ：凝灰質，Ｓ：スコリア質，ＷＴ：白色凝灰岩，ＰＴ：桃色凝灰岩，ＣＬ　炭質物の葉理。Ki １と Ki ２：清澄層中の鍵層
(1)：天津層と清澄層下部部層との境界，(2)：清澄層下部部層と同層中部部層との境界，(3)：清澄層中部部層と同層上部部層との境界，(4)：清澄層上部部層と安野層下部部層との境界
ａ：礫岩，ｂ：偽礫，ｃ：砂岩，ｄ：シルト岩，ｅ：スコリア，ｆ：凝灰岩，ｇ：ゴマシオ状凝灰岩

第４図（その２）　猪ノ川地域における安野層の柱状図
（その１）の６の上に順に７，８，‥‥13が重なる。６～11，13：猪ノ川本流，12：支流の瀬稲沢。
柱状図の諸記号及び数値は第４図（その１）と同じ。An 1～An 7：安野層中のそれぞれの鍵層
(5)：安野層下部部層と同層中部部層との境界，(6)：安野層中部部層と同層上部部層との境界，
(7)：安野層上部部層と黒滝層との境界
a：礫岩，b：偽礫，c：砂岩，d：泥灰岩，e：シルト岩，f：スコリア，g：凝灰岩，h：ゴマシオ状凝灰岩，i：異状堆積層

いる。

2) 中部砂岩・シルト岩部層

岩相：本部層は厚さが50cm～2mのシルト岩と厚さ20cm～2mの軽石質ないし凝灰質砂岩との互層よりなることが特徴で，しばしば厚さ数cmの砂岩の薄層を挟在する。本部層の厚さは約85mである。本部層の下部には厚さが1～2mの軽石質砂岩が多くみられるが，なお本部層は中粒ないし粗粒の厚さ10～20cmのゴマシオ状凝灰岩，また厚さ約5cmの白色細粒凝灰岩ないし灰色細粒凝灰岩及び薄いスコリア層をしばしば挟む。

火砕岩鍵層：鍵層としてはAn-2とAn-3との2組が認められる，An-2は本部層の最下部にあり，2枚のゴマシオ状凝灰岩とその上位にある厚さ約2cmの淡桃色細粒凝灰とによって構成される。2枚のゴマシオ状凝灰岩は上部が約30cmの厚さをもち，下部のゴマシオ状凝灰岩は粗粒で約5cmの厚さをもつ。上部のゴマシオ状凝灰岩は粒度が垂直的に変化していて，下位より中粒（厚さ約9cm），細粒（厚さ約4cm），中粒（厚さ約17cm）となっていて，An-2の中部層準にスコリアの薄層を伴う。

次にAn-3であるが，この火砕岩鍵層は本部層の上部層準にあり，下部の厚さ約4cmの細粒ゴマシオ状凝灰岩と，上部の厚さ約10cmの白色細粒凝灰岩とからなる。

本部層の下限から上位約25mの層準と，その上位約15mとの間に異常堆積がみられる。

3) 上部砂岩部層

岩相：本部層は厚さが20～50cmの砂岩を主体とし，これに厚さ約10cmの薄いシルト岩を頻繁に挟むことで特徴づけられる。なお本部層には中粒ないし粗粒の多くのスコリア層を挟在し，ところにより凝灰質シルト岩や軽石質シルト岩を挟む。本部層の厚さは約120mである。本部層の下限からその上位約20mまでの間は凝灰質砂岩が優勢である。灰色シルト岩の偽礫を含む砂岩が本部層の下限より上位約45mと，上位約46mとの2層準に認められる。本部層の上部層準には数枚の軽石質砂岩が存在する。また最上部層準である本部層の上限と，この上限から約12m下位の層準との間にはしばしば泥灰岩や礫岩が存在する。本部層中にみられるゴマシオ状凝灰岩の枚数は中部砂岩・シルト岩部層に挟在するものと比べ数において劣っているが，しかし厚く，粒度は粗粒のものが多い。本部層上部においては厚さ約5cmの薄いゴマシオ状凝灰岩が多く認められるが，白色細粒凝灰岩は少ない。

火砕岩鍵層：本部層中には主な火砕岩鍵層としてAn-4，An-5，An-6，An-7の4組が認められる。An-4は下部の厚さ約8cmの灰白色中粒ゴマシオ状凝灰岩と上部の厚さ約16cmの暗灰色粗粒ゴマシオ状凝灰岩とから構成される，下部の中粒ゴマシオ状凝灰岩の下位約56cmには厚さ約2cmの細粒スコリアがあり，これは比較的に目だつが，この上方に順に厚さ約2cmの白色細粒凝灰岩，厚さ約1cmの凝灰質シルト岩，厚さ約2cmの白色細粒凝灰岩が続く。この白色細粒凝灰岩はこの上位にある厚さ約4cmの灰色細粒凝灰岩に漸移する，さらにこの上位に厚さ約9cmのシルト岩が続き，その中部層準にはスコリアが混在し，また葉理が比較的よく発達している。シルト岩の上位に厚さ1cmの細粒スコリア，厚さ11cmの凝灰質シルト岩，厚さ約24cmのシルト岩があり，前述のゴマシオ状凝灰岩へと連続する。An-4は大原・高橋（1975）のAN-4にほぼ相当する。

An-5は下部の白色細粒凝灰岩と上部のスコリア質砂岩とからなり，この2層で厚さが約14cmとなる。下部の白色細粒凝灰岩と上部のスコリア質砂岩との境に厚さ約0.5cmの細粒スコリアがみられる。下部の白色細粒凝灰岩の下位には厚さ約25cmのシルト岩と厚さ約5cmの粗粒ゴマシオ状凝灰岩とが存在する。上部のスコリア質砂岩の上位には厚さ約7cmのシルト岩と厚さ約5cmの暗灰色粗粒ゴマシオ状凝灰岩とが重なる。上部のスコリア質砂岩は，当調査地域の西方の湊川の滝見橋上流約300mにおいては岩相がやや変化し，スコリアとなっている。

An-6は厚さ約1cmの淡桃色細粒凝灰岩からなる。瀬稲（せいな）沢では風化作用がかなり進み，とぎれとぎれになっていてはっきりしない。この淡桃色細粒凝灰岩の下位には下方に順に厚さ約8cmの砂質シルト岩，

厚さ約11cm のシルト質砂岩，厚さ約9cm の灰色細粒凝灰岩が存在する。この An-6は三梨（1954）の Yap に相当する。

An-7は下部の厚さ約27cm の凝灰質シルト岩と，中部のスコリアを含んでいて明瞭な葉理が発達する厚さ約58cm の白色細粒凝灰岩と，さらに上部の厚さ約5cm の灰白色中粒ゴマシオ状凝灰岩とから構成され，厚さは約90cm である。

堆積構造：特徴ある構造としてフレーム構造がみられる。これは黒滝不整合面の下位，約35m と約40m との2層準に発達し，厚さがそれぞれ約10cm の白色細粒凝灰岩中に存在するもである。

本部層は下位層とは岩相がかなり明瞭に変化している。安野層の層厚は300～320m と推定される。本層は有孔虫や石灰質ナンノプランクトン化石は多産するが，軟体動物化石はかなり乏しい。

VI　鵜原地域の清澄層との岩相上の比較

1)　火砕岩鍵層による検討

鵜原地域において重要な鍵層には HKt（三梨・矢崎　1958）と KY1（浜田　1977）とがある。HKt は鵜原地域においては厚さ約120cm のゴマシオ状凝灰岩とその上位にある厚さ約5cm と約45cm との2枚のスコリアとの組合せよりなる。一方，猪ノ川流域の同一層準と考えられる部分には厚さ約120cm を示し，葉理の発達したゴマシオ状凝灰岩が存在し，そしてその上位約30cm には厚さ約55cm の中粒ないし粗粒のゴマシオ状凝灰岩が，さらにその上位約1m には厚さ約30cm のスコリアが認められる。

両地域を比較すると，鵜原地域においては1枚であったゴマシオ状凝灰岩が猪ノ川流域においては2枚に増えている。またスコリアに関してはゴマシオ状凝灰岩の場合とは対照的に鵜原地域においては2枚であったスコリアが猪ノ川流域においては1枚になり，厚さも薄くなっている。さらにスコリアとゴマシオ状凝灰岩との間の岩相について検討してみると，猪ノ川流域においてはスコリアに近接する部分は砂岩質であるが，鵜原地域においては泥岩質になっている。以上のような相異点は確かに認められるが，両者は共に下位のゴマシオ状凝灰岩と上位のスコリア層との組合せからなることが明確であって，同一の火砕岩鍵層であると推定される。

KY 1はコンボリュート構造が発達し，厚さが約80cm の白色細粒凝灰岩である。これは太平洋岸の広範囲に連続するうえ，下位にある厚さ約50cm のゴマシオ状凝灰岩や厚さ約15cm のスコリアと組合わせて火砕岩鍵層となる可能性があるように考えられてきた（浜田：1977）。しかし猪ノ川流域の同一層準と考えられるところには厚さ約20cm の白色細粒凝灰岩が存在するだけであり，ゴマシオ状凝灰岩やスコリアは存在しない。したがって両地域に明瞭な連続性はみられない。しかし猪ノ川流域においてこの白色凝灰岩の下位には厚さ10～30cm のシルト岩を頻繁に挟む厚さ約7m の軽石質砂岩が存在し，この軽石質砂岩中の上部層準には軽石の葉理が顕著に発達している。太平洋岸の鵜原地域によくあらわれている KY_1 をしいて猪ノ川地域に対比するとすれば，鵜原地域の KY_1 は，猪ノ川流域においてシルト岩を頻繁に挟む約7m の軽石質砂岩とその上位に接続する厚さ約20cm の白色細粒凝灰岩とに対比できるであろうと思われる。

猪ノ川流域における顕著な鍵層としては Ki-2（上述）があり，これは約6cm のコンボリュート構造を示す上部白色細粒凝灰岩と，厚さ約3cm のフレーム構造をもつ下部白色細粒凝灰岩との組合せよりなり，一方，鵜原地域のほぼ同一層準と推定される層準においても厚さ約17cm の白色細粒凝灰岩が存在している。しかし鵜原地域においてはこの白色細粒凝灰岩はコンボリュート構造も，またフレーム構造もなしていないし，そのうえ2枚存在するということもない。このように両地域では堆積構造がかなり異っているが，鵜原地域の白色凝灰岩を一応とりあえず猪ノ川流域の Ki-2に対比しておく。

2)　層厚による検討

猪ノ川流域の清澄層は3区分されるが，下部礫質砂岩部層と中部砂岩部層との境界は，下部部層に含ま

れる礫岩の消失する上限を基準とし，そして中部砂岩部層と上部砂岩部層との境界は，上述の4項のように堆積サイクルを構成する砂岩の厚さの変化，すなわち中部部層は上部部層ほど厚い砂岩を含まないことに基づいて区分されている。そして下部部層の厚さは薄くて約45m，中部部層は厚くて約140m，上部部層の厚さは約80mである。鵜原地域の清澄層は岩相により下位から下部部層（砂岩層），中部部層（砂岩・シルト岩互層），上部部層（砂岩層）に3区分されるが，鵜原地域では本層の最下部は露出していないので，正確な層厚は測定できないが，少なくとも250m以上である。房総東部の鵜原地域と房総中部の猪ノ川流域では火砕岩鍵層 Ki-1（≒HKt）から安野層の下限までの間の層厚変化はあまり認められない。

C）その他の点による検討

鵜原地域の清澄層の下部部層には，猪ノ川流域の清澄層の下部礫質砂岩部層に含まれている細礫はかなり乏しい。また猪ノ川流域の清澄層全般にわたって比較的よくみられる炭質物の葉理は，鵜原地域においては比較的乏しい。

VII 要　約

房総半島中部で東西に広く分布する清澄層及び安野層の堆積学的，地史学的研究の基礎として猪ノ川流域の両層の層序を詳細に調査し，また清澄層の層序を太平洋岸の鵜原地域の層序と比較検討した。その結果判明した諸事実や若干の考察とを記してまとめとする。

1) 清澄層及び安野層は主として岩相に基づきそれぞれ3区分される。すなわち清澄層は礫岩の存否や堆積サイクルを構成する単層の厚さを基準にして下部礫質砂岩部層・中部砂岩部層・上部砂岩部層に区分される。厚さは下部礫質砂岩部層が約45m，中部砂岩部層が約140m，上部砂岩部層が約80mと推定される。

2) 安野層は下位より厚さ95mの下部シルト部層，厚さ約85mの中部砂岩・シルト岩部層，厚さ約120mの上部砂岩部層に区分される。猪ノ川流域においては安野層の中部砂岩・シルト岩部層中にゴマシオ状凝灰岩を頻繁に挟在し，これに比べ上部砂岩部層中には多くのスコリアを挟むのが特徴である。

3) 従来，清澄層及び安野層の層厚に関しては清澄層のそれが安野層のそれに比べて一般的には厚いように考えられていたが（沢田：1939，他），当地域では清澄層の層厚が約265m，安野層のそれが300～320mで，安野層の層厚が清澄層のそれよりやや厚いといえる。

4) 清澄層の層序を太平洋岸の鵜原地域のそれと比較検討した結果，層厚に関して Ki-1（≒HKt）の層準から安野層の下限までは，猪ノ川流域の清澄層と鵜原地域のそれとではほとんど変化が認められなかった。

5) 鵜原地域の清澄層の下部部層には猪ノ川流域の下部礫質砂岩部層に含まれている細礫はほとんどみあたらないので，岩相に東西で若干の変化がある。

6) 猪ノ川流域の清澄層全般にわたってみられる炭質物の葉理は鵜原地域においてはやや乏しい。

7) 当地域の清澄層と安野層とは共に有孔虫化石や石灰質ナンノプランクトン化石はかなりよく産出するが，しかし軟体動物化石は乏しい。

参考文献

浅賀正義（1974）：黒滝不整合と黒滝層．理科教育研究（千葉県），13(1)，9-11．
房総団体研究グループ（1964）：黒滝不整合における削剥量とその意義．地質雑，70(812)，88-99．
房総研究グループ（1957）：房総半島新生代層群の地史区分．有孔虫，7，32-37．
藤田至則・陶山国男（1952，1953）：小櫃川・養老川上流地域の中部鮮新統の堆積機構（1，2）．地質雑，58(687)，553-561；59(688)，25-31．
浜田成久（1977）：房総半島東部勝浦，鵜原，興津付近の地質．千葉大学卒論（MS）．
飯島　東・池谷仙之（1976）：千葉演習林の地質．東大農学部演習林，20，1-38．
小池　清（1949）：房総半島中部の地質（II）．東大立地研報，3，1-6．
――（1951）：いわゆる黒滝不整合について．地質雑，57(667)，143-156．

——(1953)：黒滝不整合こんごの問題．地質雑，**59**(688)，33-34．
——・西川　泰(1955)：千葉県演習林内の地質．演習林，**10**，1-6．
前田四郎・松本みどり・遠藤秀典(1977)：千葉県産花粉・胞子化石の概要．理科教育研究（千葉県），**16**(5)，113-114．
MAEDA, S. and SAWANO, H. (1978) : Calcareous Nannoplankton from the Anno and Kiwada Formations in the Boso Peninsula (Preliminary Report). *Bull, Choshi Marine Lab., Chiba Univ.*, **10**, 43-59.
前田四郎・沢野　弘・川辺鉄哉(1979)：房総半島の安野層からの石灰質ナンノプランクトン．地学雑，**88**(1)，20-28．
三梨　昻(1954)：房総半島鬼泪山南部の地質．地質雑，**60**(710)，461-472．
——・矢崎清貫(1958)：火砕鍵層による房総・三浦両半島の新生代層の対比（第1報）．石油技協誌，**23**(1)，16-22．
——・安国　昇・品田芳二郎(1959)：千葉県養老川・小櫃川の上総層群の層序．地質調月報，**10**(2)，82-98．
中嶋輝允(1973)：房総半島にみられる堆積サイクルとフリッシュ型砂泥互層．海洋科学，**5**，408-413．
——(1978)：房総半島におけるフリッシュ堆積物の堆積環境．地質雑，**84**(11)，645-660．
尾田太良(1975)：浮遊性有孔虫化石からみた房総半島上部新生界の古地磁気記録の時代的解釈．地質雑，**81**(10)，645-647．
大原　隆・高橋裕平(1975)：黒滝層の貝化石と安野層の火山砕屑岩（予報）．千葉大学教養部研報，**B-8**，115-129．
大塚弥之助(1937)：房総半島に於ける小デッケン構造．地理評，**13**(3)，201-207．
澤田秀穂(1939)：千葉県夷隅郡勝浦町・興津町・上野村・安房郡小湊町・天津町の地質．地質雑，**46**(551)，445-450．
徳橋秀一・岩脇丈夫(1975)：フリッシュ型砂泥互層の面的単層解析．地球科学，**29**，262-274．
徳橋秀一(1976)：清澄層 HK 層準フリッシュ型砂泥互層の堆積学的研究 (1, 2)．地質雑，**82**(11)，729-738；**82**(12)，757-764．
植田房雄(1930)：房総半島北部の地質（摘要）．地質雑，**37**(441)，250-253．
——(1933)：房総・三浦両半島に発達する新生代地層の層序．地質雑，**40**(83)，799-801．
山岸忠夫・佐野　誠(1955)：小糸川上流地域の地質に就いて．千葉大学文理紀要（自然科学），**1**(4)，288-292．
脇水鉄五郎(1901a, b)：農科大学千葉県下演習林地質予報．地質雑，**8**(97)，411-424；(98)，465-476．

(1979年12月4日受理)

地学雑誌 89, 2 (1980)

Fusulina japonica Gümbel, 1874と日本及び近隣の古生物学的研究の黎明

小 林 貞 一

Fusulina japonica Gümbel, 1874 and the Beginning of Palaeontology in Japan and her Adjacence.

Teiichi KOBAYASHI

I 最初の日本産化石種の由来

日本の古生物学は H. Th. GEYLER (1877) の「日本侏羅紀層産化石植物に就いて」と題する論文を発端と見做すのが通説化しつつある。然りとすれば夫れに先き立つギュンベルの種ニホンフズリナ, 1874をどう見るべきであろうかと云う問題が時々私の頭のなかに浮んで来た。この種については一般に先ず SCHWAGER, 1883が引かれていて, 更に古い考証が見当らない。古いところでは矢部長克 (1906, 東大紀要理科 21-5) がこの種の分布に触れている。小沢儀明 (1927, 東大理学部紀要II類2冊3篇) ではG氏の著を文献として挙げてはいるが, *Schellwienia japonica* Gümbel の記載はS氏の論文から始まっている。日本古生物学会創立25周年記念出版物として前世紀に出版された日本古生物学上の古典10篇の図版を飜刻して, 種属の同定, 産地などについてのノートを附記した(編者 松本達郎, 1963)。そのうちでS氏の「中国と日本産の石炭紀有孔虫」を担当した藤本治義・鳥山隆三は該種を *Pseudofusulina japonica* (Gümbel) とし, その産地が垂井町北西の赤坂であることを指摘している。

F. u. G. KAHLER (1966) によるとこの種は *Parafusulina*, (CHEN, 1927, etc.), *Pseudofusulina*, (GUBLER, 1935, etc.) *Schwagerina*, (MORIKAWA, 1955) などに入れられたことがあり, *akasakensis* (DEPRAT, 1914), *cincta* (REICHEL, 1940), *constricta* (DEPRAT, 1914) *densa* (REICHEL, 1940), *hayasakai* (LEE, 1927), *kinshoensis* (MORIKAWA, 1958), *truncata* (OZAWA, 1927) 等の変種・亜種が区別されている。しかし Literatur としては GÜMBEL, 1874は挙っていない。

C. W. von GÜMBEL はババリアの地質調査所長であった。当時同じくババリアの Tübingen 大学では F. QUENSTEDT が教鞭をとっていた。戦後は Otto SCHINDEWOLF がいて現在は A. SEILACHER がその椅子を受け継いでいる重要な古生物学の教室がある。最近鎮西清高氏がこの地を訪れるので, ここには Ausland が揃っているに違いないと思って所要の記事のコピーを依頼したのであるが, 案にたがわず急ぐコピーを送ってもらうことが出来た。これは日本の古生物学者にとっては大事な原典であり, 日本地学史に対しても貴重な史料であるから, これをここに転載しておく。

御覧の通り Das Ausland は自然・大地・民族などの学問という広い分野の新知見の展望を目標としている雑誌で, その1874の目次に乗っていないところから見て,「日本の岩石」は雑報的記事であったであろう。しかしこれを読むと意外に我々にとっては重要で且つ興味深いものがある。

その前年ウィーンで開催された産業博覧会の日本の出品物のうちに灰白色斑状の大理石があって, 就中富士山の立額が注目を引き, Sidsnoka

Das Ausland.

Ueberschau der neuesten Forschungen
auf dem Gebiete der Natur-, Erd- und Völkerkunde.

Redigirt von Friedrich v. Hellwald.

Siebenundvierzigster Jahrgang.

Nr. 23. Stuttgart, 8. Juni 1874.

Japanesische Gesteine.

Unter dem Steinmateriale, welches die kunstfertigen Japanesen zu mancherlei schönen Nutz-, Kunst- und Ziergegenständen verarbeiten, nimmt ein eigenthümlicher, grauweißer, gefleckter Marmor eine hervorragende Stelle ein. Auf der vorjährigen Industrie-Ausstellung in Wien sah man in der so glänzend ausgestatteten japanesischen Abtheilung solche Marmorarbeiten in ziemlicher Anzahl, insbesondere ein Standbild des heiligen Berges Fudsi, aus diesem wegen seines häufigen Gebrauchs für diese Darstellung deßhalb Fudsistein genannten grauen Marmor von Sidsnoka. Bei näherer Betrachtung erscheint dieser Marmorkalk durch zahllose eingeschlossene, im Querbruche linsenförmige organische Ueberreste gefleckt. Man hielt diese organischen Körperchen bis jetzt meist für Schalen der riesigen Foraminiferen Nummulites. Nähere Untersuchungen und Dünnschliffe haben mich jedoch überzeugt, daß die Flecke Durchschnitte jener merkwürdigen Foraminiferengattung Fusulina, welche bis jetzt als für den Kohlenkalk ganz besonders charakteristisch angesehen, in verschiedenen Arten zumeist in Rußland gefunden, später auch in den Alpen entdeckt wurde und durch Asien hindurch bis nach Japan zu reichen scheint. Die japanesische Art (Fusulina japonica G.) zeichnet sich vor der verwandten russischen Species (F. cylindrica F.) dadurch aus, daß sie kürzer, dickfaßförmig gestaltet ist, zahlreichere Umgänge und weiter auseinander stehende Kammerwände besitzt.

の大理石が Fudsistein (富士石)* と呼ばれているが勿論静岡はその石材の原産地ではあるまい。ともかくも大理石状石灰岩には無数の化石が含まれていて，これは薄片も作ってよく調べてみるとこれまで考えられていたような貨幣石ではなく，Kohlenkalk の紡錘虫である。この化石からロシアに栄えアルプスでも発見されている紡錘虫が，アジアを横断して日本にまでも分布していたことが判る。この日本種，すなわち *Fusulina japonica* Gümbel はロシアの *Fusulina cylindrica* FISCHER と比べて，より短かい太樽型で，螺旋の数は多く，房壁の間隔がより広い点で識別される。この際は新種は図示されなかったが，動物命名規約では1930年以前には特に図示を要求していないので，G氏が近縁とするフズリナの基本種との相異点が列記されていれば，命名は認められるのではあるが，実質上はS氏の詳しい記載と図示に依って初めてこの種の全貌が明かになったこともまた事実である。

S氏は GÜMBEL の原品を受け取って，初めてその標本がSの論文の15図版第1図に示された。そしてさらに RICHTHOFEN が第2回の訪日中に採集した紡錘虫を研究して *Fusulina japonica* の外に美濃産の *Fusulina exilis* n. (1)，*Schwagerina verbeeki* GEINITZ (2)，*Schwagerina craticulifera*, n. (3)，*Fusulinella* sp. (4) を記載した。今日では一般に (1-3) はそれぞれが *Parafusulina*, *Verbeekina*, *Neoschwagerina* とされ，(4) は *Pseudodoliolina ozawai* YABE and HANZAWA と称されている。

前掲の引用文はG氏の記事の前半 (479頁) であって，原典に接することに依って，日本フズリナの由来について新知識を得ることが出来たのであるが，その後半 (480頁) は日本の地質にとってそれに劣らぬ重要な記事であるので，これをここに挿入してその意義について述べる。

Bemerkenswerth waren in dieser Ausstellung auch noch in ganz besonders auffallender Weise die vielen schwarzen Rollsteine, mit welchen in der japanesischen Gartenanlage selbst ein Theil der Wege beschottert waren. Auch dieses Material soll mit aus Japan gebracht worden ein. Ein sicher japanesisches Stückchen, von einem Tempelmodell stammend, gab sich im Dünnschliffe unter dem Mikroskope als ein sehr feinkörniger Leucit und Nephelin führender Basalt zu erkennen. Ob alle diese schwarzen basaltähnlichen Gesteine wirklich Basalt waren, läßt sich gleichwohl noch nicht behaupten.

Außer Urgebirgs-Gesteinsarten, welche durch Granit und Diorit, sowie durch graphit- und turmalinhaltige Stücke und phyllitartige Schiefer vertreten waren, fanden sich auch Proben von echtem Steinkohlenformations-Gestein mit Steinkohlen- und Quecksilbererzen, dann von älteren und jüngeren Tertiärschichten, erstere durch Nautilus lingulatus, letztere durch Braunkohlen gekennzeichnet. Neben Basalt fand sich auch Obsidian ausgestellt. Nur ein einziger Ammonit war es, der auch auf das Vorkommen cretacischer Schichten hinwies. Gümbel.

* S氏 (1883, S. 122) は Fusistein と綴っているが，勿論紡錘 (fusus) 石の意味ではない。

この展示の中で注目すべきものとして多数の丸い石が日本式庭園のうちで飛石として並べられていた。この日本から渡来して寺院のモデルになっている1個の岩石は薄片にして顕微鏡で見ると白榴石と霞石の細粒を含む玄武岩であることが判るが，この黒色玄武岩様の岩石が事実玄武岩であるか否やは断言の限りでない*。

花崗岩や閃緑岩，さらに石墨や電気石を含む岩石や千枚状板岩などの始原岩系の岩種の外に石炭を伴う石炭層の岩石や水銀鉱の標本，新旧の第三系の標本があり，古第三紀層はオーム貝から，また新第三紀層は褐炭によりて認められる。ただ1個の菊石であるが，白亜紀層の存在が確かめられるという。このようにして博覧会の陳列から日本の層序を想定したGÜMBELの慧眼は実に驚くべきものである。

E. NAUMANN (1854-1927) はミュンヘン大学でチッテルに学び，卒業して同大学教授を兼任していたG氏の下で働いていた時，たまたま日本からの地質学者招聘の話が持ち上ってきていて，GÜMBELの薦めに即応してN氏は1875年に来日したのであった。それから滞日10年の後に「日本群島の構造と生成」を著したのであるが，その層序を見ると，(1) 始原岩系，(2) 結晶片岩，(3) 紡錘虫を含む古生界，(4) 白亜紀菊石層などを含む中生界，(5) 新生界，そして (6) 火成岩類からなっていて，そのうちの幾つかをNの師たるGÜMBELは博覧会の展示品から予見していたのであった。

Auslandのコピーを手にすることによって単に日本産化石種命名の魁のみでなく，このような層序体系の片鱗をも私は初めて覗い知ることが出来た。

之を要するに *Fusulina japonica* Gümbel, 1874は日本の化石種として真先きに命名された新種であった。これは維新直後の日本の紹介・国際親善のためにその前年の博覧会に展示された標本が基になった。日本では1874，75の両年にわたりJ. J. REINが国内を広く歴訪して帰国後，Japan nach Reisen und Studienの前篇を1881年に，後篇を1886年に出版しているのであるが，白山山麓深瀬附近の手取川右岸で植物化石を発見したのも丁度1874年，すなわち明治7年であった。そしてこの資料を研究したゲイラーの論文が上梓されたのが，明治10年すなわち東大に地質学科の設けられた年であった。

これより先きリヒトホーフェンはGraf von EULENBERGの東アジア探検団に加わって，1860年に日本に立寄ったのであるが，この際横浜で含貨幣石黒色泥質石灰岩で作った小箱を買った。その原産地は江戸の東方山地で，上総・下総では原石を多量に採石していると聞かされていることを速報に記している(1862年)。勿論当時の貨幣石は広い意味のものであったであろうし，小笠原の貨幣石石灰岩とは色も違っているので，その実物やその産地は詳でない。

R氏は第2回の訪日 (1870年) 中に中仙道を通って美濃産の含有孔虫石灰岩を収得し，先報の貨幣石をPseudonummulitesと改称した (矢部，1935)。この資料が後日S氏の日本産石炭紀有孔虫の研究の主体となり，上記の5種の紡錘虫の記載となった。このような経過から見てR氏の1870年 (明治3年) の擬貨幣石のうちには確かに日本フズリナが含まれていた。日本フズリナの提唱に当ってGÜMBELがこれまで貨幣石と見做されていたものと陳述していることや，R氏の1860年に購入したいわゆる貨幣石石灰岩の原産地が不明であることなどを考え合わせると，これもまた美濃産の石灰岩であったかも知れない。

このように穿鑿して来ると日本フズリナの由来は1870年までは確実に，そして恐らくは1860年，すなわち万延元年まで溯るべきものかも知れない。もし然りとすれば思いがけなくもこの年は日本古生物学の祖，横山又次郎先生誕生の年でもあるのである。

II　東アジア古生物学の濫觴と化石の学問の東西接触

リヒトホーフェンは1868-1872年の間に広く中国を踏査してChina 5巻 (1877-1912) にその成果を集大成した。その4・5巻は古生物学篇であ

* 霞石玄武岩は後に石見国長浜町で発見されているが，白榴石は伴っていない。市川渡(1934) 岩鉱11巻，86頁

って第4巻(1883)には W. DAMES, E. KAYSER, G. LINDSTRÖM, A. SCHENCK, C. SCHWAGER が，第5巻(1911)には F. FRECH らが執筆していて，中国の古生物学の重要な礎石である。学生時代から旧古生代の化石に親しんでいた私はそれよりもさらに古く1856年に S. P. WOODWARD が上海から，200哩のところで得たという所謂 Pagoda Stone (多宝塔石) を *Orthoceras* に同定し，後に A. H. FOORD が British Museum の化石頭足類目録 (1888) 中で *Orthoceras chinense* を命名したことは知っていたのであるが，近年日本地学史の調べに関連して多少近隣の学史とも比較するためによそ見をして，W氏より2年前の T. DAVIDSON の中国泥盆紀腕足貝化石の論文を読むと広西省産の石燕が同博物館に寄贈され，そのうちに8種を識別し，5種は *Spirifer disjunctus* SOWERBY その他の腕足貝で，その他に *Spirorbis, Cornulites, Aulopora* の各1種があり，いずれも既知の種に比べられていた。そしてその産地が海南島であろう事が附言されている。

この論文には L. de KONINCK (1846) の中国古生界の腕足貝2種に触れているので，先年佐藤正氏がパリを訪れた時に依頼してそのコピーを入手した。その資料はマルセイユの税関吏 M. ITIER が広東の北方400粁の雲南省の帯灰色泥質石灰岩中に発見したもので，K氏は *Spirifer cheehiel* de KON., *Terebratula yuennamensis* de KON. の2新種として詳しく記載し図示している。前者は石燕に，後者は雲南に因んで命名され，特に前者は泥盆紀中期の *Spirifer speciosus* に近似していて，その形態的特徴から両者は新種ではあるが，泥盆紀のものと考えている。D氏の腕足貝と同様この腕足貝にも環虫の殻が着いていた。この2種は中国産の化石としてのみならず，恐らく東洋で最初に二命法で呼ばれた化石であろう。

日本に多産するシュードモノチス，すなわち *Avicula contorta* KEYSERLING，はその2年後に名づけられ，ソ聯極東産でオホーツク海に因んで最初に名づけられたものと思う。内陸ではトランスバイカルのカイエビ化石に *Estheria middendorffii* JONES, 1862があり，その時代は初め第三紀かと考えられたが，現在では一般にジュラ紀後期とされている。

このようにして二命法による新種の記載という確実な記録について見ると，東アジアの古生物学は前世紀の半ばまで遡ることが出来る。翻って日本の古生物学を見るとヴィラーの種に先き立つニホンフズリナがあるが，なおかつ明治維新(1868)以後である。

ゲイラー (1877) から神保小虎 (1894) までの海外出版の古典10篇を含む日本古生物学会の記念号には二畳紀有孔虫，三畳紀菊石　二枚貝，侏羅紀鳥巣フォーナ(菊石・珊瑚・腕足貝・有孔虫)，白亜紀前期非海成貝類，侏羅後期一白亜前期の植物，白亜紀菊石・二枚貝・巻貝，古第三紀有孔虫・新植物代の植物，新生代珪藻，第四紀哺乳動物等の各紀・諸類の動植物化石が記載された。また，1889–1894年間の東大紀要中では古期中生代の植物化石，手取・領石両植物群，旧白亜紀の二枚貝・カイエビなどが横山又次郎によって記載され，西和田久学 (1894) は中新世の石灰藻と巻貝を記載した。このようにして19世紀末の四半世紀中には，内外の学者によって日本の古動植物界は著しく分明され，内外の出版物を通じて公表された。

隣りの朝鮮半島では1884年鴨緑江に近い渭原南方でゴッチェ(1886)は寒武紀の三葉虫を発見し，氏の平壌附近で採集した樹幹は *Araucaryoxylon koreanum* FELIX, 1887他1種として記載された。

台湾では LABOUR (1885) が最初に化石についての記事を発表しているが，その内容が未だ私には不明で，もし新種がそのうちに記載されていないとすれば，NEWTON と HOLLAND の論文(1902)中にある蘚虫 *Cellepora formosensis* が最初に命名された化石種となるわけである。

東亜古生物学の濫觴となった石燕は中国で5～6世紀頃から知られ，本草学中に重要な石薬として載っているものであるから，その石燕が東洋の本草学と西洋の古生物学との接点となったことは興味がある。その石燕は石薬であったがために，大陸外にも流布し日本や台湾でも薬用に供された。それらが *Spirifer verneuili* あるいは *Spirifer disjunctus* に比べられ泥盆紀化石であると

いうゴッチェ（1883）の鑑定には誤りないとしても，それらの原産地は問題で，矢部（1911，1912）の考証の通り，伊勢にも，長崎にも泥盆紀層はない。*Spirifer verneuili* は1933年矢部・野田によって初めてその実在が岩手県長坂地方で立証されたのであるが，それは薬屋の店頭にある商品のようなものでなく，著しく変形している。ナウマン（1885，33頁）が *Monotis salinaria* の産地として伊万里，成羽・佐川のほかに疑わしい産地として Niagebamura (Yamamotogori, Ugo), Watarimura (Munekatagori, Chikuzen), Kinkaisan (Tomochego, Kamimasukigori, Higo) を挙げいるのも日本古生物学史の黎明期における誤報に属する。

石燕のみならず龍骨も薬石として尊重され中国古脊椎動物学の端緒となった。後閑文之助（1938）によると日本では龍骨は天平勝宝8年（756）聖武天皇御崩御の東大寺供養法会の記事に初まり，江戸時代に論争があり，文化8年（1811）に小原春造が龍骨は象の骨であると結論した。西洋では犀の頭骨の化石を Dragon の遺物と見做していたことがある。中国では朱熹語録に先き立って沈括が化石の由来を科学的に正解していたが，龍骨・龍歯の正体は長く謎のままに残されていた（清水大吉郎，1978）。

彼の国では多宝塔や蝙蝠石などは骨董品として古くから愛翫されていた。前者がすなわち*Orthoceras* である。Batstone は *Drepanura premesnili* BERGERON, 1899 の尾部が蝙蝠に似ているというのでその名があるのであるが，ベルジェロンの原品の産地は不明であった。章鴻釗（1918）は地質巡検でその産地が山東省泰安の南方大汶口であることを突きとめている。詳しくは大汶口の燕子崖であろう。これより先き AIGAGHI (1902) は蝙蝠石を含む崮山フォーナを記載しているが，その産地は Demenkow と Sciantung, Teingan と記しているが，前者は大汶口 (Tawenkou)，後者は山東 (Shantung)，泰安 (Taian) が誤って書かれたのではあるまいか。

日本の一例として月・日のおさがり（月珠）は平安朝時代から歌になり，江戸時代には本草書に記録されているが，やがて古生物学の対象となって *Vicarya*, *Vicaryella* と呼ばれるようになった（糸魚川・渡辺，1976）。因みに日本産に命名された種としては *Vicarya yatsuoensis* YABE and HATAI, 1935がある。これらは本草学者・弄石派あるいはそれに類する人々の知識や情報が色々な形式で西洋の古生物学と接触・交錯した黎明期の様相である。

III 東南アジア古生物学の黎明

東南アジアの古生物学的研究の発端を探るのはなかなか容易でなく，今後国際協力で究知すべき課題である。1521年マジェランが太平洋を横断して到達したフィリピンでは化石についての記録も非常に古く多分 CAMEL (1706) に遡り，LLANOS (1861, 63) がこれに次ぐ。19世紀の初めに W. SMITH が英国で層位学の基本方則を樹立し，1822年から約15年間にヨーロッパで奥陶系を除く中古生界の諸系が相次いで提唱され，その系としての存立がそのうちの化石群にかかっていた。欧州で組み立てられたこの地質系統が泥盆紀の腕足貝や，二畳石炭紀の紡錘虫などで東洋までも適用されるということは，当時の学者にとっていかに重要かつ興味あることであったかは想像するにかたくない。それゆえリヒトホーフェンは1862年に日本や比島に貨幣石が分布していることを速報したのであった。しかし日本の場合と同様に比島の貨幣石についても化石の鑑定については詳しく述べていない。これに反して NAUMANN (1890) はドレスデンの博物館に保存されていた象化石を検討して，その特徴を指摘して *Stegodon mindanensis* なる新称をこれに与え，それがマストドンとステゴドンを繋ぐ漸移型であると説いている。

インドネシアの古い化石文献についての私の知識は未だ不充分であるが，少くとも中古生代の化石に関しては BEYRICH (1864) に初まるもののようである。

印度支那ではやや遅れて ZEILLER の論文が1882年から出はじめて，1903年に有名なトンキンの夾炭層の中生代化石植物群の大著を出版した。この間において DOUVILLÉ はトンキンで海成三畳系中に化石を発見して DIENER が *Juvavites*

tonkinensis, sp. nov, と *Norites* sp. とを記載した。

マライ半島では地質と鉱産については随分古くから書かれているのに反して化石の研究は非常に新しく NEWTON (1900) が最初で，そのうちに新種 *Myophoria malayensis* が樹てられた。

タイ国ではさらに遅れて ANDERSSON (1916) の Chiang Mai 地方産の鯉科の魚化石の産出に始まる。次いで REED (1920) は半島部 Phatthalung 産の下部石炭紀化石群を記載したが，そのうちに新しい1変種 *Posidonomya becheri siamensis* があった。その後 GREGORY ら (1930) はタイ・ビルマ境の Kamawkala 石炭岩から種々の三畳紀化石を報じているが，そのうちに新しい石灰藻1種とサンゴ3種が含まれていた。タイ国内産出の化石としては北泰産の *Pseudoschwagerina taiensis* TORIYAMA, 1944が最初に命名された新種である。

このように東南アジアの古生物学史にはその発端において顕著な地域差がある。タイ国とマライ連邦では特に化石の研究が遅れていたのであった。しかしながらこの不分明の地域では戦後，特に近々十数年間に目覚しい進歩をとげた。現在では寒武系以上の全地質系統が化石によって実証され，各系中の諸統も識別されてきた。本誌88巻4号1979に述べたように特に精査されたところではその分帯作業が今日の最高レベルに達している。またボルネオから比島にかけては海成の中・新生層群がよく発達していて，生層位学が急に進歩した。東南アジアでは内側の旧仏印側と外側の旧蘭領側との間に最近まで不分明な中間帯がとり残されていた。それが大事な中軸帯であったからその解明は東南アジアの総合把握を可能ならしめたのである。

東南アジアでは特に化石の研究に先行して地質や特に鉱産に関する記事が多い。英蘭の東印度会社の植民地政策の一貫として鉱産地の地質調査が行われた。それに随伴して化石が研究され始めた。最近の古生物学的研究は国際協力の基に純学術的立場から進められているところに黎明期の歩みと大きく異るところがある。

むすび

西洋の古生物学の伝来を二命法による土着種の提唱という判然とした事実から見ると，*Spirifer cheehiel* de KONINCK, 1846が，その石薬や弄石にかかわる東洋流の化石の知識との最初の接点であった。日本では *Fusulina japonica* Gümbel, 1874が最古の化石種であるが，この種はすでにリヒトホーフェンの第2回の訪日（1870年）の採集品に含まれていたし，また紡錘虫はおそらく第1回の訪日（1860年）の蒐集品中もあったであろう。東南アジアでは土着種化石種命名のはじめは地域別に非常にまちまちで，タイ国やマライ半島では特に遅れていた。

本稿の執筆は海外の原典を見ることが端緒となった。そのコピーの入手に当り助力を得た筑波大学の佐藤正教授と東大の鎮西清高助教授に感謝する。

関連文献

（原典を見ていないものも含む）

AIRAGHI, C. (1902) : Di alcuni Trilobiti della Cina. *Atti Soc. Italiana Sc. Nat.* **41**, 2-13, Tav. 1.

ANDERSSON, E. (1916) : Bechreibung einiger Fischreste aus Madagascar und Siam. *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **13**, 227-232, pl. 17-18.

BEYRICH, E. (1864) : Ueber eine Kohlenkalk-Fauna von Timor. *Abh. d. k. Akad. d. Wiss. zu. Berlin*, 61-98, Taf. 1-3.

CAMEL, G. P. (1706) : De conchylije turbinatis, bivalvibus et univalvibus, item de mineralibus fossilibus, et thermis Philippinsibus. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, **25**, 2397-2408.

章鴻釗(1918)：石雅．上中下3巻，地質專報，2種2.

Davidson, T. (1853) : On some fossil Brachiopods of the Devonian Age from China. *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, **9**, 353-359, pl. 15.

DIENER, C. (1896) : Note sur deux espèces d'Ammonites triassiques du Tonkin. *Bull. Soc. géol. France*, sér. 3, **24**, 882-886.

DOUVILLÉ, E. (1896) : Note sur le décou-

verte de fossiles dans le Trias marin des environs de Lang-son. *Bull. Soc. géol. France*, sér. 3, **24**, 454, 877.

GEYLER, H. T. (1877) : Ueber Fossile Pflanzen aus der Juraformation Japans. *Palaeontogr.* **24**, 221-232, Taf. 30-34.

後閑文之助(1938)：江戸時代に於ける龍骨論争の史的研究. 地質学雑誌, **45**, 773-776

——(1979)：日本の古代より近世に至る地質学と関連学の発達史. 地学雑誌, **88**, 2号.

GOTTSCHE, C. (1883) : Die Devonformation auf Formosa. *Mittheil. deutsch. Gesell. f. Natur-u. Völkerkunde*, 3, 483.

——(1883) : Ueber *Spirifer disjunctus* von Formosa. (矢部, 1953, による).

GREGORY, J. W., WEIR, J., TRAUTH, F. and PIA, J. (1930) : Upper Triassic fossils from the Burmo-Siamese frontier. *Rec. Geol. Surv. India*, **63**, pt. 1, 155-181, pl. 1-4.

糸魚川淳二・渡辺俊典(1976)：瑞浪層群の研究史, その1, 明治以前の記録. 瑞浪市化石博物館報告3号, 205-212.

KAHLER, F. u. G. (1966-1967) : Fusulinida. Fossilium Catalogus, I : Animalia, Pars 111-114, Th. **1** (111pp.), **2** (112 pp.), **3** (113pp.), **4** (114pp.)

KARRER, F. (1878) : Ueber die foraminiferen der tertiären Thone von Luzon (Philippinen). Drasche, R. von : *Fragmente zu einer Geologie der Insel Luzon (Philippinen)*. Vienna, 4°, p. 75-99.

KONINCK, L. de (1846) : Notice sur deux espèces de Brachiopodes du terrain paléozoïque de la Chine. *Bull. Acad. Roy. Sc. Letres et Beau Arts de Belgique*, **13**, pt. 2, 415-425, pl. 1.

LABOUR, J. A. (1885) : Notes on some fossils from Formosa. *Trans. North of England Institute of Mining and Mechanical Engineering. New Castle.* **34**,

LLANOS, F. A. (1885) : Terrenos nummuliticos de Filipinas. *Rev. Pror. Cienc.* **2**.

——(1863) : Fosiles marinos de Filipinas, Ibid. **13**.

MATSUMOTO, T. (ed. 1963) : *A Survey of the Fossils from Japan illustrated in Classical Monographs.* (*Primarily a nomenclatorial revision*). Pal. Soc. Japan. Twenty-fifth Anniversary **57**, pp. 68 pls.

NAUMANN, R. (1887) : Fossile Elephantenrest von Mindanao, Sumatra und Malakka. *Abh. Kön. Zool. Mus. Dresden.* **11**, pl. 1.

——(1890) : *Stegodon mindanensis. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell.* **42**, 166-169.

NEWTON, R. B. (1900) : On some marine Triassic lamellibranchs discovered in the Malay Peninsula. *Proc. Malac. Soc. London.* **3**, 130-135, t. 12.

——and HOLLAND, R. (1902) : On some fossils from the Islands of Formosa and Riukiu. *Jour. Coll. Sc. Imp. Univ. Tokyo*, **17**, art. 6, 1-23, pl. 1-4.

REED, F. R. C. (1920) : Carboniferous fossils from Siam. *Geol. Mag.* **57**, 113-120, 172-178, pl. 2.

RICHTHOFEN, FERD. von (1862) : Ueber das Vorkommen von Nummulitenformation auf Japan und den Philippinen. *Zeitschr. deutsch. geol. Gesell.* **14**, 357-360.

SCHWAGER, C. (1883) : Carbonische Formaminiferen aus China und Japan. In Richthofen's *China, Band. IV*, Paläontol. Th. 106-159, Taf. 15-18.

清水大吉郎(1978)：古典に見る東洋の古生物観. 地球科学, **32**, 4, 210-215.

TORIYAMA, R. (1944) : On some fusulinids from northern Tai. *Japan. Jour. Geol. Geogr.* **19**, 243-247, pl. 26.

WOODWARD, S. P. (1856) : On an *Orthoceras* from China. *Q. J. G. S. London.* **12**, 279-281, pl. 6.

YABE, H. (1911) : Ueber das angebliche Vorkommen von *Spirifer verneuili* in Japan. *Centralbl. f. Min. usw.* 1911, Nr. 8, 271-272.

——(1912) : Nachtrag über das angebliche Vorkommen von *Spirifer verneuili* in Japan. *Jour. Geol. Soc. Tokyo.* **19**, (p.25).

——and NODA, M. (1933) : Discovery of *Spirifer verneuili* Murchison in Japan. *Proc. Imp. Acad.* **9**, no. 9, 521-522.

矢部長克(1953)：明治時代の日本における地質学. 日本地質学会史, 185.

ZEILLER, R. (1882) : Sur la flore fossile des charbons du Tong-King. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **95**, 194-195.

——(1903) : *Flore fossile des gites de charbon du Tonkin. Etude des Gites Minéraux de France, Colonies Française.* 328pp., pls. A-F ; I-LVI.

第14回太平洋学術会議報告

渡　辺　　光

Report on the XIV Pacific Science Congress

Akira WATANABE

太平洋学術会議は，その14回の総会及び学術大会を今夏（1979年8月20日～9月1日）に亘り，極東ソ連のハバロフスク市で開かれた。この会議の標語は The Natural Resources of the Pacific Ocean for the Benefit of Mankind であった。

会議の内容及び運営様式は前々回の1971年のキャンベラ会議，前回の75年のバンクーバー会議のそれを踏襲したものと見てよい。すなわち汎太平洋的の内容を持つ議題の論議は plenary（全員出席）会議として行なわれ，専門別の論議は14の committees に大別され，さらに sections, symposium の順に細分されて実施された。committee（爾後委員会という）は前例を破って，前回のバンクーバー会議で，本部をホノルルに置く太平洋学術協会 Pacific Science Association の中に設置された14の学術委員会 scientific committees をそのまま踏習する形式が採られた。そして，そのとき依嘱された委員長が今次の会議でも委員長 chairman として任に当ることになった。しかし，連絡の便宜上から，ソ連側からは co-chairman と scientific secretary が出て実際の準備の衝に当るような組織を採った。なお各 section と symposium にも conveners（複数）と scientific secretaries が置かれた。

一方，二つ以上の学術委員会の共催の形式の会合も数多く開かれた。例えば固体地学の更新世のシンポジウムは地理学の一部と共同の形をとり，地理学は多くの会合で太平洋島嶼生態系委員会と共催の形をとった。いずれにしても14の学術委員会が会議の学術的主軸であったことには変りはないから，次にそれらの名称と委員長とを掲げる。

A. Conservation and Environmental Protection (環境保全と保護)――D. MUELLER-DOMBOIS（ソ連）

B. Solid Earth Sciences (固体地学)――N. A. SHILO（ソ連）

C. Geography（地理学）――R. G. WARD（濠）

D. Pacific Island Ecosystems (太平洋島嶼生態系)――V. E. SOKOLOV（ソ連）と R. W. FORCE（米）

F. Marine Sciences (海洋学)――V. I. ILYCHEV（ソ連）

G. Coral Reefs（珊瑚礁）――R. TSUDA（米）

H. Botany（植物学）――H. A. MILLER（新西蘭）

I. Forestry（林学）――I. S. MELEKHOV（ソ連）

J. Fresh Water Sciences (陸水学)――森主一（日）

K. Entomology（昆虫学）――G. G. E. SCUDDER（加）

L. Social Sciences and Humanity（社会科学と人文学）――McL. LAMBERTON（濠）

M. Public Health and Medical Sciences（公衆衛生と医学）――J. A. R. MILES（新西蘭）

N. Nutrition（栄養学）――Carmen L. I. INTENGAN（比）

O. Science Communication and Education（科学情報と教育）――E. M. SERGEYEV（ソ連）

会議の行なわれたハバロフスクは，黒龍江がウスリー江を併せて北に転流したところの右岸（東

側）に臨み，市域は江に沿って南北50km に亘って延びているが，勿論都市域は左程広いわけではない。人口は50万を少し越す程度で，極東ソ連の中心都市である。会議は最初ノボシビルスクに予定されていたが，ここまで内陸になると太平洋圏とはいえないというわけで，ハバロフスクに移されたという。事実我々日本人参加者の多くが乗った日航のチャーター機がハバロフスク飛行場に着陸した８月18日の夕刻には，西太平洋に発生する台風の末尾がこの地を襲って激しい風雨の最中であったので，なるほどこれならばだいじょうぶ太平洋学術会議を開く場所として名実共に正当性を主張することができると思った。

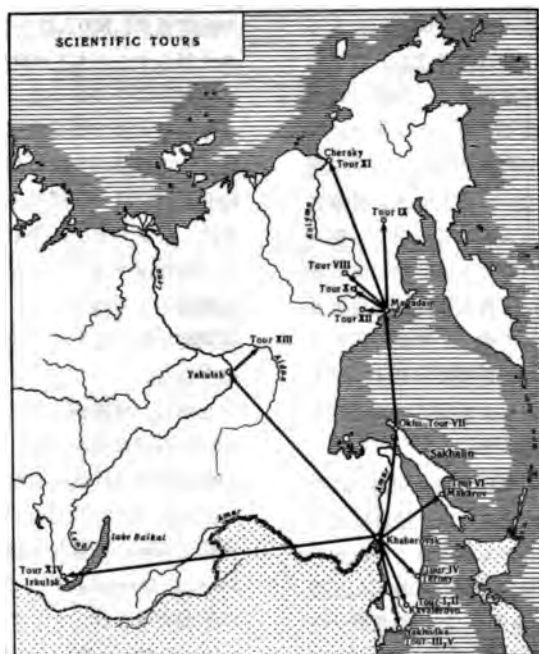
この会議を開くに当っての現実的の問題点は現地への到達の方法の困難性であった。それはこの都市が国際交通路線から大きくはずれていたからである。太平洋に関する地域会議であるから，その参加者はおのずと日本，東南アジア，南北アメリカ太平洋岸諸国，オセアニア諸国からの人々を主とする。これらの人々にとっての通常の交通路は日本経由の線，すなわち新潟—ハバロフスク間の空路と，横浜—ナホトカ間の航路しかない。これらは夏の期間は早くから申込みが多く，参加決定を相当早期にした人でないと利用の途は塞されている。そこで日ソ間の交渉の末，日航とアイロフロートのチャーター便が出ることになったが，その決定が遅れたので，今回の外国からの参加者は極めて少なかった。さらに参加意欲にブレーキになった原因は，前もっては暫定の会議のプログラムすら通告されなかったことである。そのために相当数の人が旅行の許可乃至は旅費の支給が得られず，心ならずも断念したいという。また遅くとも会期中には当然交付さるべき参加者名簿も，遂に閉会の日まで交附されなかった。

このような次第であるから，外国からの出席者や各国互の参加者の数は不明である。断然他を圧して数が多かった日本人ですら同伴者を含めて140人ほどの模様であり，これにつぐ米国がおそらく20人をあまり出ないようであり，その他は多くて数人ほどであるから，多く見積っても300人をあまり出なかったのではあるまいか。しかし開，閉会式，及び会長の全参加者招待（25日）への出席者が1,500人以上と発表されたから，爾余の大部分すなわち1,000人以上はソ連邦を構成する諸共和国民であったであろう。

今次の大会で特記すべきは，定款が拡大解釈されて，主催国のソ連の国語であるロシア語が，同時通訳付とはいえ採用されたことである。このことは，英語万能の国際学術界の風習の打破という点では悦ぶべきことではあろうが，不十分な設備と訓練の下で行うこと，さらにはまた言系の違う国際間で行うことには俄かに賛成し難いことが痛感された。

しかし，ソ連側のこの会議に寄せた熱意には買うべき点が多々あった。会議の登録 registration の場に当てられた迎賓館（英語で Palace of Reception）はこの会議のため黒龍江に沿って新たに建てられた壮麗な建物であり，その他，役員会 council meeting やハバロフスク市長と市民会議の歓迎会（31日）もここで行なわれた。

この会議は，キャンベラ会議（1971年）やバンクーバー会議（1975年）の際のように大学構内というようなまとまった所で開かれたのではなく，学術討議の場所としてはハバロフスク市内の相当広い範囲に分散している施設を使った。登録の場所と役員会等は迎賓館，総会及び plenary 会議はレーニン競技場構内のスポーツ殿堂 Palace of Sports，固体地学，海洋学，植物学は鉄道局本部，環境保全と保護，地理学，陸水学，太平洋島嶼生態系，珊瑚礁は鉄道学校，社会科学と人文学，科学情報と教育は高等学校，公衆衛生と医学，栄養学，昆虫学は医科大学，林学は森林研究所が当てられた。これらの相互間の距離は 1 km から 5 km ほどあるので，相互間や指定ホテルとの間に絶えず循環バスで連絡されているとはいえ，関連委員会を渡り歩くことは極めて困難であった。このことは例えば地質学と地理学や珊瑚礁などの間の関係に特に強く感ぜられた。

その他，この大会で特に注目すべき点を挙げれば，固体地学，その中でも狭義の地質学に係わる発表が圧倒的に多かったことで，これらについては海洋学と植物学，昆虫学を含めた広義の生物学が優勢であった。このことは主催国ソ連のそれぞれの部門の責任者の熱意の反映と思われるふし

が見られた。固体地学の場合には，会の全体の運営の責任者である組織委員会の委員長が地質学者のシドレンコ太平洋学術会議会長 President であるうえに，固体地学の委員長になったシロも組織委員会の5人の副委員長の筆頭である。かくて固体地学委員会は極めて活動的に大会のための組織作りと，scientific tour（エクスカーション）の企画に当った。事実，極東ソ連各地から極東北に亘る広大な数多くの科学旅行は一部植物学，土壌学的の目的のものも含まれていたが，大部分は地質学的のものと見て差支えなかった。そして，このことが魅力となって数多くの海外，特に日本からの参加者を惹きつけたのである。日本からの地質学者の中には普通に単独旅行では行くことの極めて困難なこれらの土地への魅力にとりつかれて参加した人が多かったようである。ここにはその行先の概図を挿入する。

ところが，ワード（濠）を委員長とする地理学委員会は，ソ連側との連絡の困難性と，1980年のIGU の東京大会を控えていることが重なったためか，参加者が少なく，太平洋島嶼の生態系と組んで一つの委員会を組織したに過ぎなかった。日本からの参加の地理関係の者も，理事会に出席するために会議に臨んだ筆者を含めても，坂本（和山）政子，斎藤晨二（名古屋市立）の三名で，しかも坂本女史の主な参加目的は医学委員会への出席にあった。

つぎに固体地学の全貌の概略を伝えるために，7つに分れている section の題目を掲げておく。

B I ——Deep structure of the Pacific Ocean and the framing continents 太平洋と辺縁大陸の深部構造

B II ——Continental margins, island arcs and the Pacific-floor structural elements 大陸辺縁，島孤及び太平洋底の構造単位

BIII——Stratigraphy and paleobiogeography of the Pacific ring's Pre-Cambrian and Phanerozoic (Pre-Cambrian and Paleozoic, Mesozoic, Cenozoic)環太平洋の前寒武利亜系と顕生系（古生界中生界，新生界）の層位学と古生物学

BIV——Magmatic and Metamorphic complexes in the Pacific ring structure 太平洋環状構造内の岩漿及び変成帯

BV——Metallogeny of the Pacific ore-belt and the Pacific Ccean 太平洋鉱床帯と太平洋の鉱床生成論

BVI——Geochemical model of the earth crust and upper mantle in the continent-Pacific transitional zones 大陸と太平洋の漸移帯の地殻とアパーマントルの地球化学的モデル

BVII——Energy resources of the Pacific Ocean 太平洋のエネルギー資源

この会議では，在来の大会の時と同じく種々の展示会が催されたが，外国からの出品はなく，専らソ連の国情の紹介であった。その他各会議場にもそれぞれ展示場があった。全会議的の展示のうちで特に目についたものは，開・閉会式場のスポーツ殿堂の東に隣る Institute of Physical Culture で，"極東地方及び太平洋圏に関する科学的成果" Scientific Research in the Far East and Pacific Basin, の展示と教員研修所での"オセアニアの民族学的文化的展示" Ethnography and Art of Oceania People で，ともにソ連アカデミーの主催である。

その他，目についた既存施設の展示としては1894年にロシア地理学協会によって創立されたハバロフスク地域研究博物館が見ごたえがあった。内容は極東地方の，1) 自然，生物，民族，資源，2) 文献，写真，地図類，と 3) ソ連成立以後の革命の勝利をうたったものであった。いうまでもなく，特に我々の興味をそそったものは博物学と民族学的の展示であった。今世紀初頭のウスリー地方の調査で有名なアルセニエフもこの博物館の建設に携り，館長を務めた。

つぎにこの会議の組織を略記すれば，主催母体はハワイに本部を置く太平洋学術協会である。この会は会長シドレンコ（ソ連）の下に，執行委員 Executive Committee として J. E. BARDACH (米)，O. FRANKEL(濠)，渡辺　光(日)，J. A. R. MILES (新西蘭)，S. K. TUPOUNUA（フィジー）がおり，書記長は Brenda BISHOP（新西蘭）である。そして今次会議の運営の責任に当るソ連側の組織委員会は，会長のシドレンコが当り，副会長はシロ以下4名，書記長はドロビシェフ M. A DROBYSHEV である。

日本人の参加者はおって送附されるであろう登録者名簿によって確実になる。公式の代表団としては，団長に太平洋研連の委員長としての渡辺光（四部，地理学）が当り，5名の日本の公式代表としては佐野勝隆（一部，社会学），黒田吉益（四部，地質学），三浦泰蔵（四部，地質学）佐藤隆平（六部，水産学）諸氏と太平洋学術会議の終身名誉会員日高孝次氏（第四部，海洋学）をお願いした。

その他，この大会で決定された事項の中で特に報告すべきと思われることは，2年後の1981年にはシンガポールで第4回中間会議 The Fourth Inter-Congress がその首題を人口，都市問題にしぼって開かれること，4年後の1983年にはニュージーランド南島のダニディンで第15回太平洋学術会議が協会の総会と共に開かれることであろう。ともに開催の月日は未定である。協会の新会長にはニュージーランドのマイルズ氏が選ばれた。

その他，今次の総会では scientific committees の大きな変更，改廃はなく，それらの委員長には多少の異動はあったが，在来からの継続者が多かった。地理学の scientific committee の場合にも，ワード氏(オーストラリア，キャンベラ大学)の留任が決った。

ユネスコ IHP プロジェクト8・4による地盤沈下教科書の編輯会議と地盤沈下国際ワークショップについての報告

山本荘毅

Report on the Editorial Staff meeting of Text Book on Land Subsidence, IHP, 8·4, UNESCO and International Workshop on Land Subsidence

Soki YAMAMOTO

IHP, 8・4のメンバーとオブザーバー
後列左からヘルマン・フイガロ，山本，ポーランド，前列左からジョンソン，カルボニン，ダコスタ（オブザーバー）

IHP プロジェクト8・4による地盤沈下の教科書編輯会議は，すでにアナハイム(1977)，ベニス (1978) と行われているが今回はその第3回目がメキシコ・シティで行われた。

編輯委員は，USGSの J. POLAND, メキシコの Germán E. FIGUEROA V., イタリーの L. CARBOGNIN に日本の山本荘毅で，これに IAHS 代表として A. I. JOHNSON (もと USGS) が参加した。会議は，9月17～21日にメキシコ市の SARH 事務室で行われ，ユネスコから事務代表として Jose A. Da COSTA もこれに参加した。

現在までに合意に達した内容は，次の構成により来年 (1980) の3月31日完成の予定である。1. 序論，2. 変形の実測，3. 沈下メカニズム，4. 室内調査，5. 予測，6. 社経法律面，7. 沈下抑制，8. 沈下のタイプ，9. 実例集（この中に東京，大阪，新潟，上海などがある），10. その他（シンボル，グロッサー，索引など）からなる予定である。

つづいて，9月24日から28日まで5日間ワークショップが開催された。これは，ユネスコとメキシコ IHP 国内委員会の共催で，途上国からの参加者には旅費と滞在費あるいは滞在費が支給された。会議のうち25日と28日はエキスカーションで，25日は市内の沈下現象，28日はテクスココ湖の干拓と実験室の見学であった。市内の沈下は，最大5mで恐ろしかった。テクスココ湖の干拓は，八郎潟干拓を思わせるものだった。

参加人員は，33人でユネスコ1，メキシコ11，USA 3のほかヨーロッパ3（イタリー，チェコスロバキア，オランダ各1名)，アフリカ2（タンザニア，ザンビア各1名）で中南米は当然のことながら7名（アルゼンチン1，チリ1，ホンジュラス2，ジャマイカ1，キューバ2)であった。注目されるのはアジアで6名であったことである。この内訳は，日本(筆者)，バングラデシュ2名，タイ1名，中華人民共和国2名であった。中国は上海から1名，北京から1名が参加した。

講演の内容は，次の通りである。

月曜日, 9月24日 (1979)

0830–0915	OPENING SESSION	
0915–1015	INTRODUCTION Types and causes of subsidence; Areas of subsidence due to ground-water extraction; Environment of occurrence; Definitions	MARSAL and POLAND
1015–1030	Break	
1030–1130	MECHANICS OF LAND SUBSIDENCE DUE TO FLUID WITHDRAWAL. Soil mechanics concepts Transient conditions in a complex aquifer system Concept of preconsolidation Time-consolidation tests Excess pore pressures	FIGUEROA VEGA and HELM
1130–1230	Investigation methodology in subsiding areas	CARBOGNIN
1230–1400	Lunch	
1400–1430	Subsidence problems in coastal areas	CARBOGNIN
1430–1515	Stresses that cause compaction Geostatic, hydrostatic, neutral, and effective-stresses Gravitational and seepage stresses Change in effective stress, how measured and computed	HELM
1515–1530	Break	
1530–1630	Regional subsidence of Mexico City area (Lecture as background for field trip next day)	MARSAL and GRAUE
1630–1700	Statistical treatment of soil mechanics parameters	MARSAL

火曜日 (9月25日)

0900–1200	Field trip. Visit to selected subsidence problem sites in the Mexico City Area.	
1200–1300	Box Lunch	
1300–1700	Visit to earth-crack site in Naucalpan	

水曜日 (9月26日)

0830–0945	Field measurement of deformation Vertical displacement Horizontal displacement	YAMAMOTO POLAND and Sainz ORTIZ
0945–1015	Constitutive relationships for soils	Juárez BADILLO
1015–1030	Break	
1030–1130	Short presentation by participants on subsidence problems in their countries.	Participants
1130–1200	Stress-strain graphs from field measurements, Nonrecoverable vs. recoverable compaction, Storage parameters from field measurements	POLAND
1200–1300	Case history of Venice subsidence and its control	CARBOGNIN

1300-1430	Lunch	
1430-1500	Artificial formation of lakes in Texcoco	HANEL, Juan GOSE
1500-1515	Baeak	
1515-1630	Description of Laboratory tests, soil properties and their application	JOHNSON and HAVEL
1630-1700	Change in storage parameters of confiined aquifer system, San Joaquin Valley, Calif.	POLAND

木曜日（9月27日）

0830-1100	Techniques for prediction and modeling subsidence: 1. Estimating future subsidence in subsiding areas 2. Estimating potential subsidence in undeveloped areas.	YAMAMOTO FIGUEROA VEGA HERRERA CARBOGNIN and HELM
1100-1115	Break	
1115-1215	Case histories of subsidence in Japan Tokyo, Osaka, Niigata	YAMAMOTO
1215-1245	Case history of subsidence, Ravenna, Italy	CARBOGNIN
1245-1415	Lunch	
1415-1445	Case history, Santa Clara Valley, Calif. Head decline, subsidence, importation, subsidence control, parameters	POLAND
1445-1500	Break	
1500-1600	Review of success in applying measures to control or arrest subsidence	YAMAMOTO POLAND and CARBOGNIN
1600-1630	Film on the uplifting of the island of Poveglia, Venice.	
1630-1730	Open discussion & closing remarks	Panel and Participants

金曜日（9月28日）

0900-1300	Field Trip-Visit to Texcoco Lake Area (Lakes formed artificially by subsidence)
1300-1400	Box Lunch
1600-1700	Visit to a Laboratory of soil mechanics
1800	Return to Hotels.

ホテルに帰ってから，カクテル・パーティが開催され，終了証書（ディプロマ）が授与された。
ワークショップ中に配布された資料には，次のようなものがある。

Nabor Carrillo volume, el hundimiento de la ciudad de Mexico; Proyecto Texcoco, 1969 (English & Spanish)

El Subsuelo de la ciudad de México; Universidad Nacional Autonoma de Mexico; Raul MARSAL y Marcos MAZARI, 1959 (English & Spanish)

Constitutive Relationships for Soils: E. Juarez BADILLO, 1975

Development of Artificial Reservoirs by Inducing Land Subsidence: Ismael HERRERA and Jesus ALBERRO, 1976.

Influence Chart for Regional Pumping Effects: Germán E. FIGUEROA V., 1971.

A Correspondence Principle for the Theory of Leaky Aquifers: Ismael HERRERA and German E. FIGUEROA V., 1969.

Theory of Multiple Leaky Aquifers: Ismael HERRERA, 1970.

A Criticcal Discussion of Numerical Models for Multiaquifer Systems: Ismael HERRERA, Jean-Pierre HENNART, and Robert YATES, 1979.

Land Subsidence of Ravenna and its Similarities with the Venice Case: I. CARBOGNIN, P. GATTO, G. MOZZI, G. GAMBOLATI, 1978.

Mathematical Simulation of the Subsidence of Venice; 1. Theory: G. GAMBOLATI and A. FREEZE, 1973.

U. S. Geological Survey Water Supply Paper 1988 (Ground-water Definitions)

U. S. Geological Survey Water Supply Paper 2025 (Subsidence Definitions)

Land Subsidence Due To Withdrawal of Fluids. J. F. POLAND and G. H. DAVIS; The Geological Society of America, Inc., 1969.

Glossary of Selected Terms Useful in Studies of the Mechanics of Aquifer Systems and Land Subsidence due to Fluid Withdrawal; Geological Survey Water-Supply Paper 2025

Definitions of Selected Ground-Water Terms-Revisions and Conceptual Refinements: Geological Survey Water-Supply Paperl 1988.

書評と紹介

北九州市自然史博物館研究報告，第1号と国内のこの種逐次刊行物について

Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History, No. 1, March 25, 1979 and the Periodical Publications of this kind in Japan

かねてから北九州市自然史博物館の開設準備室ができて，鳥山隆三氏らが活動を続けていられることは聞き及んでいたが，その開設をまたずして，このような立派な研究報告が出版されたことは，日本の博物館運動上まことに意義深いことである。

この創刊号には下記の6篇が収録されている。

1. 北九州市小倉南部の関門層群：太田正道他9名
2. Early Cretaceous freshwater fishes from northern Kyushu, Japan. I. Description of two new species of the clupeid genus Diptomystus, by Teruya Uyeno
3. A new Chroococcacean algae from Kokura, Kitakyushu City, Japan, by Wataru Ishijima
4. 北九州市産化石カイエビ類について：楠見久
5. 漸新—中新世のペンギン様鳥類化石：長谷川善和他7名
6. 日本初記録のヒイラギ科魚類タイワンヒイラギとネッタイヒイラギについて：藪本美孝

第1論文には北九州に広く分布する関門層群中に魚化石が発見され，その精査と発掘が行なわれ，詳しい層序が確定され，同時に魚以外にも種々の化石が発見された調査結果が総括されている。この魚化石のうちにはニシン科の *Diplomystus* 属のものがあり，これは同科の世界最古の類で中生代後期淡水魚の研究上注目すべきもので，第2論文では2新種が樹てられている。第3論文は同層群基底部のストロマトリスの新型で *Endophycus wakinoensis*, gen. et sp. nov. として記載されている。第4論文は同層群産のカイエビ化石の研究で，魚はその天敵である筈で，その産状を些細に検討した結果両者は接近していても決して同一層面上には共存しないこと確かめている。

第5論文の第三紀中葉のペンギン様鳥類化石は初め北九州市八幡区折尾で本邦最古の鳥化石として発見され，今日では同市藍島・下関市・伊萬里市・長崎県西彼杵郡・福島県等各地でも発見され，それらの産地と化石の予察が述べられている。最後の論文は標題にあるヒイラギ科の魚2種が沖縄で初めて採集された新事実を報じている。このように6論文は北九州市を始め西日本の資料を主とする原著論文で，然も地方的価値を越えた重要な新発見が含まれている。

私は終戦直後に「地についた科学博物館の建設を望む」と題する一文を博物館研究の復興第1巻，昭和22年に送って，地方博物館にとってその建造物以上に重要なのは博物館活動であることを強調した。その活動とは郷土自然史の研究と，それを基盤とした知識の普及である。現在では我が国にも種々の科学博物館が多数にできて来たけれども，その根本となる博物館活動，特にその郷土研究は必ずしも順調に発展していないようであるのはまことに残念である。この秋に北九州の博物館が開館に先き立って研究報告を創刊したのは意義深い事である。

本報の新設に努力している鳥山隆三博士はさきに秋吉台科学博物館の設立に対しても尽力されたと聞き及んでいるが，同館は秋吉台科学博物館報告の巻を重ねて，本石灰岩台地の地学・生物学の研究を促進して来たのみならず，国際的研究活動にも協力してきた。秋吉台の博物館の発展を希うと同時に今またこのような立派な博物館の新設が館の建築にさきだつ研究報告から進められつつあるのはまことに喜ばしいことである。

日本の博物館の逐次刊行物で地学関係の研究論文記事の掲載されているものは下記の如く現在約25タイトルに及んでいる。そのうちで地学専門職員がいてその研究成果の載っているもの (*) は過半であり，他は嘱託乃至研究依頼・投稿などによるものである。斉藤報恩会では博物館と出版物と

が別立てになっているが参考までに記入してある。

発刊の年を見ると戦前には4タイトルに過ぎなかったのが，1950年以後順調にその数を増して現在に及んでいる。勿論このほかに生物学・考古学関係のものが多数あり，非常に積極的に研究が報告されている。そしてそれらの科学博物館の逐次刊行物がかなりよく国立科学博物館の本館図書室に揃っている。これらの情報を藤山家徳技官が寄せて下さったので，その好意によりここに附記しておく。

釧路市立郷土博物館紀要
1 (1974)—6 (1979)

北見郷土博物館紀要 1 (1971)—10 (1978)

市立旭川郷土博物館研究報告
1 (1934)—12 (1978)

* 北海道開拓記念館研究年報
1 (1972)—7 (1979)

北海道開拓記念館調査報告
1 (1972)—17 (1979)

秋田大学鉱山学部鉱業博物館報告
1 (1968)—10 (1977)

* 斉藤報恩会学術研究報告
1 (1934)—46 (1978)

* 秩父自然科学博物館研究報告
1 (1950)—18 (1978)

* 国立科学博物館研究報告
1 (1939)—33号(1953)；(N.S.) 1 (1954)—17巻 (1974)；C類1 (1975)—5 (1979)

* 国立科学博物館専報
C類1 (1968)—11 (1978)

* 神奈川県立博物館研究報告
1 (1968)—10 (1977)

* 横須賀市立博物館研究報告（自然科学）
1 (1956)—25 (1978)

佐渡博物館研究報告 1 (1957)—7 (1977)

小松市立博物館研究紀要
1 (1965)—15 (1979)

福井市立郷土自然科学博物館博物同好会会報 1 (1929)—26 (1979)

* 瑞浪市立化石博物館報告
1 (1974)—5 (1978)

* 大阪市立自然史科学博物館研究報告
1 (1955)—31 (1978)

* 鳥取県立博物館研究報告
1 (1962)—15 (1978)

* 山口県立山口博物館研究報告
1 (1968)—4 (1976)

* 秋吉台科学博物館報告
1 (1961)—14 (1979)

* 香川県自然科学館研究報告 1 (1979)

* 北九州市自然史博物館研究報告 1 (1979)

* 沖縄県立博物館紀要 1 (1975)—4 (1978)

* 東京大学総合研究資料館業績集
1 (1965-67)—11 (1978)

The University Museum, the University of Tokyo, Bulletin
1 (1970)—16 (1979)

最後の2タイトルは大学附置の博物館のもので，東大ではその他に標本資料報告1 (1976)—3 (1979) があり，タイプ・図示標本目録が出ている(本誌88巻1号参照)，タイプは，永久に保存すべき重要文化財で，研究とともに重要な自然科学博物館の使命である。従って多くのタイプを持っている若干の大学に資料館を設立することもまた大事なことである。 (小林貞一)

太田良平著：地学英語，昭和54年，地学英語研究会，A5版，270頁，定価 2,200円，〒 260円

著者は最近地質調査所を退職した人であるが，退官記念として，自費出版をなさり，希望者に実費で頒布される。

従来発行された科学技術英語の参考書は，殆んど機械・電気・化学に限られ，建設・農林に関するものはなく，まして地学関係は販路が狭く，したがって，これまで出版されたことがなかった。今後も出版されることはないと思われる。

著者はそれを遺憾として，今回の挙を思い立たれたのである。

本書は地学関係の研究報告・論文を書く人のために，和文英訳の立場から解説したものであるが，日本人が書く英文はとかく日本語特有の表現にとらわれ易い点に注意し，多くの実例をあげて，その誤りを指摘している。

著者がいうまでもなく，地学の論文は，“A層はB層と断層で接する”，“砂岩は上方に向かい頁岩に漸移する”，“花崗岩が古生層に貫入し接触変質を与える”というようなきまり文句の寄せ集めからできている。これらのきまり文句を多数の原著論文から集め約1,300の文例をのせて，適切な解説を加えている。巻末は索引を添付し，項目別文例別に，アルファベット順の見出し語により本書中の文例を探し出せるように配慮してあるので，読者が和文英訳するにあたり，たいへん便利である。この書を座右におくことによってぎこちない和製英語から脱却できれば幸である。

著者もふれているように，学術論文は，筆者の言わんとするところを，簡潔に表現し，読者に容易に理解させることが大切である。和文の報告書も英語の論文も，まずそのことに注意していただきたい。

著者は地学英語と題しているが，関連した他分野の研究者にもおすすめしたい。文章もしっかりしているし，随筆を読むようなたのしさもある。

（尾崎　博）

L. S. Bourne and J. W. Simmons, eds.: Systems of Cities, Oxford Univ. Press, 1978, 565p.

最近，集落地理学の分野において，都市システムに対する関心が深まり，地域や国家のフレームワークを形成する，都市間の多様な相互依存関係が，1つのシステムとして認識されるようになった。国際地理学連合の中にも，1976年に国土集落システム研究委員会が設置されて，各国間の集落システムの比較研究や，それに基く方法論の展開が試みられている。また，日本地理学会の研究活動の一環として，1977年に都市システム作業グループが結成され，その成果も一部公表されている。

本書は，都市システムの研究を指向した数少ない文献の1つであり，都市システムの構造や空間組織に注目しながら，都市間の相互依存関係と都市システムの形成過程に関する文献を網羅した論文集である。1国内の都市群を考察する時，それらが如何にして相互に影響しあいながら，1つのシステムとして，どのような成長と発展のパターンを画くであろうか。またその際に，成長と変化の過程ばかりでなく，現在の様相にどのような過去の残象を見出し得るか。本書は，このような主題の下に，7部に分けられた39の論文から構成されている。

本書の特徴は，都市システムが単に個々の都市の寄せ集めではなく，国内，国外を問わず，社会全体に影響を与え，変化を呼び起すものとして認識し，ひいては地域や国家の発展を規定する基本的要因とみなしていることにある。そのため，10ページにわたる序論を設け，編者の都市システムに対する見解を明らかにし，かつ7部の各々についても，序章を設けて，採択された諸論文の解題を行なうばかりでなく，それらのテーマに関する編者の考え方を披歴しており，序論と7つの序章を合わせると，都市システム研究の入門書としての効果も期待される。

本書の内容は，序論に続いて，都市システムの概念と定義を展望し，次いで都市の規模・分化・位置や連鎖・相互作用・拡散など，都市システムの記述的・分析的背景にふれる。さらに，最近の成長パターンと成長過程が前半と後半の部分のつなぎとなり，都市システムに対する異なった視点からの論争，ひいては，都市システム形成のための新たな戦略と適用例が，関連する問題として提起されている。採択された論文は，都市システムの基本概念を論じたもの，方法論に関するもの，各国の事例を取扱ったもの，の3点に集約され，執筆者は地理研究者ばかりでなく，アロンゾ，ブルーメンフェルト，ボールディング，フリードマン，デーヴィス，目良など，政治・経済・社会・計画等の広い分野から集められ，事例研究は，南・北アメリカ，ヨーロッパ，ソ連，アフリカ，アジアなど多岐にわたっている。都市システムの研究が比較的新しいものであるだけに，実証的な研究よりも理論的・数量的な問題を扱う論文が多く含まれ，国家間に普遍性を持つ内容が目立っている。問題別では金融に関してふれておらず，地域別では主として1国内の都市間の関係が論じられ，サブシステムとしての大都市内部の問題は除外されている。したがって，本書で取扱う内容

は，都市が相互に作用しあって，どのような地域的・国家的・国際的な都市システムを形成しているか，という点にしぼられており，それらに関連する問題解決のための新たな都市政策や開発戦略の提言が行なわれ，編者の都市システムに取組む姿勢は，きわめて意欲的である。

編者のボーンとシモンズは，ともにカナダに生まれ，シカゴ大学でベリー教授に師事し，現在トロント大学に勤務している40代前半の都市地理学者である。ボーンは，すでに1975年に Regulating Urban Systems と題して，オーストラリア，カナダ，イギリス，スエーデンの4カ国を対象に国家的な都市化に対する政策の比較研究を公刊しており，シモンズは，The Canadian Urban System と題する著書を準備中で，その要旨は1979年にトロント大学都市研究センターの報告書第104号として刊行された。編者はともに前記の国土集落システム研究委員会の有力なメンバーで，委員長のジャヴォンスキ教授（ポーランド科学院）を助けて，同委員会の研究活動に関する基本案の作成に寄与しており，本書の編集方針もその案にそっている。第4回の研究委員会は，1980年8月下旬札幌と仙台で開催され，ボーンの来日も予定されている。本書は，この研究集会に関心を持つ方々ばかりでなく，都市システムを巨視的に考察しようとしている研究者や，都市化を社会・経済的な発展と空間構造との関連から分析しようと試みている研究者に，多くの示唆を与えてくれる。また，本書の内容はきわめて学際的であり，都市システムに関係する多方面の読者の興味を呼び起すであろう。　（山口岳志）

北原順一：一般地科学，築地書館，B5版，147頁，1979年9月，1500円

大学の教養課程は広い視野と深い思索とを求められる教育段階であろうし，その頃の大学生はまた一段と知識欲にかられる時代でもあろうと思われる。このような大学一般教養課程で求められるのはいずれの学問分野でも手ぢかにおき得る基本的な適切な教科書，ないし参考書であろう。ふりかえりことに近代地球科学は対象とする領域は広く，新しい学説ないし意見もあらわれ，勉学する学生側にとっても一つの何がしかのよりどころとする教科書，ないし参考書がほしいように感ぜられるむきがある。

本書の執筆者は序文にもあるように20有余年に亘り大学の教鞭をとっておられ，したがって学生に接することも多く，その道，すなわち教育の道の通であるといいきれる。著者は鉱物学の専門家ではあるが，大学における一般教育課程における地殻科学としてのよき教科書の著述のため自分の志ざす専門領域から一時的に意図的にまず脱皮し，自然地理学，地誌学を学ばんとする学徒にとっても充分役立つよう，深い配慮のもとに海洋，陸水，土壌，地形などの自然環境をも広くとり入れまとめられた苦心作が本書である。

本書の内容は1地球，2地殻，3地殻の構造，4地殻の変化，5地形，6鉱床，7地史，8人類の発達，9公害と災害となっている。さらに本書の特徴の一つとして末尾に附録として結晶の対称，結晶の形態，結晶点群，けい酸塩構造の Si-O の結合型，元素型と AX 型の代表的な構造，粘土鉱物とその性質，主要火成岩分類，堆積岩分類表，世界の火山と有力な地熱地帯分布，主要な造山運動，日本の地すべり分布図，その他15の図表が掲載されており，それらはいずれも貴重で，勉学に非常に参考となる。これら図表をそのつど開いてみては知識の確認や思索するうえに極めて適切なものといえる。

本書を通読して感激したことは限られた頁数のなかに基礎となる広い分野をよくもこうたくみに配慮しとり入れられたということであるばかりでなく，説明にはむだがなく，よく濃縮して書かれたものだということであった。これも長年教鞭をとられた執筆者の深い識見のもたらしたたまものであろうとも推察され，本書が大学の一般教養課程の図書として非常によく出来ているので，依って本書を世に広く推薦いたしたい。

（前田四郎）

協会記事

会館委員会（54年度第6回，昭和54年11月28日）

出席者：末野副会長，山内委員長，梅沢，片山，川上，坂倉各委員

議　事：

1．会館の利用状況について報告があった。
2．会計担当に佐藤恭委員を追加することにした。
3．会計事務担当の佐久間嘱託の辞職に伴い，書類を梅沢委員が引継いだ。
4．会館特別会計の現預金残高を確認した。また特別会計の銀行との事務については梅沢委員の指示により前川氏が行うことになった。
5．廊下に入れた書箱3個は木村理事の指示により一般会計の予備費より支出することになった。

次回の会館委員会は昭和55年1月30日午後1時半からの予定。

編集委員会（54年度第4回，昭和54年12月4日）

出席者：前島委員長，井上，五条，佐藤，式，諏訪，前田，茂木各委員

議　事：

1．第89巻1号の編集について次の如く決定。100周年記念号とし，記念講演の全原稿，式典記録，坂倉：建築雑記を掲載し，通常の協会記事，書評等はのせない。口絵は地学協会の建物新旧の写真4枚をもって構成する。
2．100周年を契機として連載する「地学的調査の現状と動向」の具体的なテーマは先ず「海底の地学」を茂木委員が中心となって構想を練り，次回まで目次案を作成する。
3．投稿規定について意見を交換した。

図書委員会（54年度第4回，昭和54年12月4日）

出席者：坂倉(理事)，岩生委員長，前島，平山，戸谷各委員

議　事：前回議事録を承認，11月27日，日通倉庫より地学協会への図書の移送につき，及びこれら図書の整理状況につき報告が行われた。今後の作業日程が検討され，12月中に大半の図書整理の第一段階を終ることとした。

将来検討委員会（昭和54年12月5日）

出席者：末野委員長，渡辺小委員長，片山，坂倉，斉藤，尾崎，岩生，森本，川上，西川，佐藤各委員

議　事：

渡辺定款検討小委員長より答申が提出された

1）審議に当っての基本方針及び特に留意した諸点
2）改訂草案の内容
3）小委員会において問題となった事項

などについて説明が行なわれた。

これらに関し質疑応答があったが，さらに次回委員会において検討することとなった

次回委員会開催予定

昭和54年12月21日（金）14：00～17：00

会員委員会（昭和54年12月5日）

出席者：佐藤委員長，池辺，岩生，小関，坂倉各委員

議　事：会員名簿の発行，内容，長期会費滞納者の取扱い，新規入会希望者調べ等について検討した。

理事会（54年度第5回，昭和54年12月7日）

出席者：坪井会長，末野，木内両副会長，川上，木村，坂倉，佐藤(光)，佐藤(久)，西川各理事，矢澤監事

議　事：

1．職員の期末手当を2.5カ月分支給することとし，給与基準を公務員に準じて改訂することとした。
2．菅原健，片倉もとこ両氏の入会申し込みを了承し，評議員会に提出することとした。
3．選挙内規について庶務担当理事が定款検討小委員会の委員と相談して改訂案を作成することとした。

報　告：将来検討委員会に対し定款検討小委員会から12月5日答申があり，将来検討委員会で審議中である旨報告があった。

創立百周年記念事業実行委員会世話人会（昭和54年12月15日）

出席者：保柳委員長外8名

審議事項：

1. 式典およびパーティの経過について
2. 講演会の経過について
3. 今日までの会計状況の確認
4. 総目録の企画および予算について片山，川上，佐藤(光)，前島，矢澤の5氏に原案作成を依頼し，その案を実行委員会に提出することとした。

将来検討委員会（昭和54年12月21日）

出席者：末野委員長，渡辺小委員長，片山，坂倉，斉藤，尾崎，岩生，森本，川上，西川，佐藤各委員

議　事：定款検討小委員長より提出された答申について検討を行い，これを承認し，理事会に提出することとした。

将来検討委員会（昭和55年1月17日）

出席者：末野委員長，岩生，片山，川上，斉藤，坂倉，佐藤(光)，西川，渡辺(光)各委員

議　事：会館建設，定款改定の検討，答申を行った将来検討委員会の今後の進め方に関する委員の意見交換を行った。これらをとりまとめ各委員に通知するとともに，改めて各委員の意見を聴取することとした。

会計委員会（54年度第1回，昭和55年1月26日）

出席者：木村達明委員長，猪郷久義，坂上澄夫各委員

1月26日最初の顔合わせを行なった。具体的な問題が出そろう3月中～下旬にかけて第2回委員会を開き，今後の方針について審議することとなった。

なお，日常の経理の記帳などについて，浅見達男事務所に事務を依頼することについて，理事会の承認を求めることとした。

会館委員会（54年度第7回，昭和55年1月30日）

出席者：末野副会長，山内委員長，梅沢，片山，川上，坂倉，佐藤，平山各委員

議　事：

1. 講堂休館延期，図書室利用開始時期の報告があった。
2. 備品購入を了承し，会館会計収支ならびに残高を確認した。
3. 固定資産税見込額の報告があった。
4. 昭和55年度予算を次回委員会で検討することとした。

図書委員会（54年度第5回，昭和55年2月1日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，前島，戸谷，平山，浜田各委員

議　事：前回議事録の承認，昨年12月4日以降，現在までの作業の進捗状況の取りまとめ報告が行われ，図書整理についての基本方針について理事会の決定があれば，整理第一段階の最終作業にとりかかり得る状況にあることが確認された。理事会への提示資料につき検討が行われた。

理事会（54年度第6回，昭和55年2月6日）

出席者：坪井会長，末野副会長，川上，木村，坂倉，佐藤(光)，西川，山内各理事，矢嶋監事

議　事：

1. 総会，評議員会の日程を次の様に決定した。総会，5月24日(土)，評議員会，5月10日（土）
2. 将来検討委員会より定款改訂草案が答申され，理事会としては次回これを審議する事にした。
3. 原田準平，服部勇，氏家広の3氏の入会申し込みを，また炭谷恵副(死亡)，春城清之助両氏の退会申し出を了承し，評議員会に提出することとした。
4. 第102期監査を新光監査法人に，会計の記帳を浅見達男事務所に依頼することとした。
5. 予算編成の方針を了承した。

編集委員会（54年度第5回，昭和55年2月8日）

出席者：前島委員長，井上，五条，諏訪，浜田，前田，松田，茂木，山口各委員

議　事：第89巻2号及び3号の編集について審議した。

将来検討委員会（昭和55年2月20日）

出席者：坪井会長，岩生，尾崎，片山，川上，斉藤，坂倉，佐藤(光)，虎岩，森本，渡辺(光）各委員

議　事：各委員から提出された意見を紹介すると

ともに出席委員間で意見交換を行った。これらの意見を岩生，川上，佐藤がとりまとめ次回委員会の検討資料とすることとした。

1980年国際地理学会議（IGC）記事（9）

登録について

2nd Circular は既に配布され，また日本語のものが地学雑誌（Vol. 88，No. 3）および地理学評論（Vol. 52，No. 6）に発表されましたので，今回の会議の大要について御承知頂けたと思います。登録のメ切日（1979年10月1日）はすぎましたが登録は受付けておりますので振って登録されるようお願い致します。

なお1979年11月末現在の登録者数は930名（日本人370名，外国人560名）です。

組織委員会発足までの経過

1979年5月12日，6月2日，7月14日，8月8日，8月18日，9月8日に幹事会が開かれ，準備が進められたが決定した主な事項は次の通りである。

イ．開会式に秩父宮妃殿下の御臨席をお願いすることになった。

ロ．開会式は2nd Circular で発表したのを変更して，8月31日夕刻日比谷公会堂で行うことにした。これに伴ってレセプションも日比谷公会堂前のプレスセンターにて行うこととなった。

ハ．9月1日の ICA との Joint Meeting のテーマは「Geography as Users and Cartography as Service Industry」に決定した。

ニ．9月4日のパネルディスカッションのテーマは「天然資源の利用と管理」と決定した。

ホ．展示会は8月26日から9月4日まで ICA と共催で，池袋のサンシャイン60の38階で開催することになった。参加申込みは34カ国に達している。

ヘ．寄付金の免税を申請する関係で，会計を学術振興会に依頼することとし，至急予算を作成して提出することとなった。

ト．吉野正敏総務委員長が事務局長専任に，総務委員長には河村武氏，総務委員長代理には高山茂美，太田勇両氏が就任した。

第15回国際地理学連合総会および第24回国際地理学会議組織委員会の発足について

1979年8月10日に IGC の閣議了解がとれたので，8月31日組織委員会委員が委嘱され，9月5日日本学術会議・日本地理学会・東京地学協会の間で運営合意書が作成され，9月7日第1回組織委員会が開催された。

委員長：山本荘毅

副委員長：木内信蔵，矢澤大二

学術会議側国際会議委員会委員：市川正己*，伊藤　清，浮田典良，河村　武*，式　正英*，庄司大太郎，中野尊正*，西村睽二，正井泰夫*，町田　貞，松井武敏，山本荘毅，吉川虎雄*，吉野正敏*

学協会側運営委員会委員：浅野芳正，荒巻孚*，石井素介，石田　寛，貝塚爽平，川上喜代四*，木内信蔵，高野史男*，田辺健一，谷岡武雄，坪井誠太郎，西川　治*，末野悌六，水津一朗，村田喜代治，矢澤大二，山鹿誠次，渡辺　光　（* 幹事）

なお総務幹事の選出については幹事会に一任された。

また部会の構成については準備会における各委員会をそのまま組織委員会に移行し，名称も従来通りの委員会とすることにした。ただし財務委員会と募金委員会は学協会運営委員会におくこととなった。各委員会の委員は組織委員会の専門委員となり，各委員会の委員長は組織委員会の幹事と同一人物をあてることとした。

組織委員会発足後の経過

組織委員会の幹事会は10月6日，11月10日，12月1日に開催され，決定した主な事項は次の通りである。

イ．学術振興会へ11月16日総額1億1067万円の予算を提出した。学術振興会はこれを大蔵省に提出し，査定をうけることとなり，予算の内示，指定寄付金についての許可は明年2～3月頃になるものと思われる。

なおこれに関連して，国庫補助を受ける場合には予算の運用には厳しい枠がはめられ，学術会議

と学協会の支払い対象は混同することができず，プレ・コングレス，ポスト・コングレス，展示には国庫補助金と指定寄付金を使用することが不可能であることが説明された。従ってこの対策を早急にたてる必要が生じてきた。

ロ．古今書院に開かれている募金委員会事務局は当分の間木曜・土曜のみ事務員が勤務することになった。東京における一般的な問合せの窓口は総務委員の太田　勇氏(03—945—7395　東洋大研究室)が引受けることになった。なお筑波大での窓口は従来通り総務委員長の河村　武氏（0298—53—4400）が担当することとなった。（川上記）

国際地理学会議（IGC）展示会について

今夏東京で開かれる国際地理学会議，国際地図学会議の行事の一つとして催す下記展示会は，一般公開されるので，登録会員以外でも参観できます。

1．地理学，地図学国際展示

場　所：池袋サンシャイン60ビル，55階

期　間：昭和55年8月27日より9月4日

2．日本官撰地図展（仮称）

場　所：国立国会図書館6階

期　間：昭和55年8月25日より9月5日

（詳細は次号に掲載されます）

会　告

地学会館には会議室と講堂とがあります。下記の「地学会館集会室使用のご案内」を御覧の上大いに御利用下さい。

また2階には10人程の方々がすわれるロビーがありますので，御自由に御利用下さい。

地学会館集会室使用のご案内

当会館集会室ご使用に就きましては次のようにお願いいたします。

1. 集会室の使用は会員もしくは会員の紹介された方に限ります。
2. 集会室の使用は日曜日および祝祭日を除き，毎日午前9時より午後8時までです。やむを得ない場合には午後9時まで延長できます。特別の事情があれば日曜日および祝祭日の午後5時まで使用できます。
3. お申込みは電話または葉書で事務室までお申込み下さい。被紹介者の方は所定の申込書に記入の上，使用料の20%を予約金として前納して下さい。
4. 使用料は終了までにお支払下さい。
5. お申込みのお取消はできるだけ速やかにご連絡下さい。無断で使用にならなかったときは所定料金を頂きます。またご使用当日の7日前（前週の同曜日）までにお取消のあった場合に限り予約金はお返し致します。
6. 申込書の記載と違った場合（会の目的，内容，主催者等），他に迷惑を及ぼすと思われる場合，会議内容・性質が協会の判断により不適当と認められる場合にはお申込み後でもお断り致します。なおこの場合は予約金はお返し致します。
7. お飲物はお茶と冷水とが廊下に用意してあります。集会室でのお食事お飲物のサービスは原則としてできませんが係員にご相談下さい。

地学会館集会室使用料金表

室別	使用者別	使用時間（平日）			
		0900～1200	1300～1630	1730～2000	2000～2100
会議室	イ	1500円	2000円	2000円	1000円
	ロ	3000円	4000円	4000円	1500円
	ハ	4500円	8000円	8000円	2500円
講　堂	イ	3000円	6000円	6000円	2000円
	ロ	6000円	8000円	8000円	3000円
	ハ	9000円	12000円	12000円	5000円

日曜日および祝祭日の使用料は上記料金のイ，ロは30%増，ハは50%増。

収容人員　会議室　机を入れた場合　30名

　　　　　講　堂　机を入れた場合　50名　いすのみの場合　100名

使用者区別　イ　会員の会合

　　　　　　ロ　会員の主催する会合

　　　　　　ハ　会員の紹介者の主催する会合　　　　（昭和54年6月1日設定）

正　誤　表

Vol. 88, No. 6 (834), 1979.

ページ	行	誤	正
4	12 & 15	Los Angels	Los Angeles
6	6	一次反応式	反応式
	10	$\mathrm{In}\ t=\frac{E}{R}\cdot\frac{I}{T}+C$	$\mathrm{In}\ t=\frac{Ea}{R}\cdot\frac{I}{T}+C$
	第3図 縦軸	時間	時間 (m.y.)

地 学 雑 誌 第836号　昭和55年4月20日印刷　昭和55年4月25日発行

編集兼発行者　前 島 郁 雄

発行所　社団法人 東 京 地 学 協 会　東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102 電話東京(261)0809番 振替口座東京 66278番

印刷所　一ツ橋印刷株式会社 東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く）　（▲印新刊）

各 460円 〒 400円

上松　足尾　厚田　阿仁合　赤穂　秋葉山　岩内　飯田　今治西部　伊予三崎　岩館　宇部　宇部東部　襟裳岬　渡島小島　飫肥　大垣　大迫　大畑　近江長浜　大屋市場　鬼鹿　尾花沢　小浜　蟹田　海南　唐津　冠島　霧島山　串本　鞍岡

甲府　国分　昆布森　猿留　須坂　垂水　田沢湖　但馬竹田　丹後由良　妻籠　土淵　都農　津山東部　都井岬　当別　動木　苫前　富高　那智　男体山　沼田　鋸崎　豨立　羽幌　浜益　東茂住　礙岳　平戸　人首　船津　幌加内　本岐

幌泉　母衣月　三日市　三厩　門別　吉野山　呼子　留萌

各 600円 〒 400円

網走　荒島岳　伊万里　内の浦　遠別　雄冬　渡島大島　奥津　鹿屋　上里　蠣ノ浦　加子母　金木　加治木　北見　草津　小口瀬戸　国領　佐用　志布志

周匝　男女群島　鷹巣　達布　田並　太良鉱山　近川　智頭　月形　徳舜瞥　仁位　西徳富　根雨　羽島　初浦

肥前高島付野母崎

日向青島　肥前江ノ島　弘前　深浦　三島　三田井　焼石岳　涌谷　若柳

各 890円 〒 450円

△伊東　五所川原　妹背牛　△横田　脇野沢

850円 〒400円　山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

▲宿毛伊予鹿島　▲坂城　栗栖川　竹田　蓼科山　▲津島　▲藤沢　若桜

2,390円 〒 都内 450、第一地帯 550、第二 〃 650、第三 〃 750

浜松

各 1,390円 〒 450円

磯浜　伊良部島　岩沼　稲取　魚津　渡島福島　川尻　金華山　熊石　五城目　尻屋崎　修善寺　下田　竹貫　多良間島　鶴居　利島　富江　那珂湊　野尻　彦根東部

都城　▲御蔵島　▲三崎　屋久島西南部　八雲　陸奥川内　米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田　小諸　▲酒田　知内　大樹　館　多里　大正　津幡　飛騨古川　宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

▲浅舞　秋田　上石見　木古内　▲千歳　本荘　神円　八が岳　湯沢

2,790円

▲江住

各1組 600円 〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦
大槌・霞露岳
大間・佐井
阿田和・新宮
伊予高山・八幡浜
掛塚・見付

1/20万 地質図　各 〒 300円

各440円

石巻　男鹿島　唐津　高知　野辺地　羽幌　松山

輪島　伊良湖岬

各 620円

網走　酒田　新庄　標津　苫小牧

深浦　宮津　稚内

各 870円

岩内　天塩　広尾　尻屋崎

各 1,140円

根室　鳥取　剣山　斜里　留萌

各 1,310円

宮古島　知床岬　釧路　豊橋　野母崎

1,630円

▲久遠

各 1,870円

静岡および御前崎　旭川

2,350円

弘前および深浦

2,460円

▲札幌

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円 〒 400円

鬼首　高松　徳島　勿来

1/50万 地質図

1,950円　福岡

1,960円　▲鹿児島

500円　八丈島　奄美大島

2,320円　釧路

以上〒 300円

地学雑誌　隔月発行，1カ年9,300円（送料を含む）。巻号によっては分売いたします。

地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 3 (837), 1980

目　　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1880
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

Raphael PUMPELLY (1824-1923) (MERRILL 1906による)

R. PUMPELLY と日本で最初の地質図

Raphael PUMPELLY は William Phipps BLAKE (1826-1910) と共に幕府に招聘され文久2年初頭から1年余り蝦夷開拓のため北海道西南部を踏査し鉱山を調査した。この際我国で初めて火薬を採鉱のために使用した。また箱館在住中は学校を設けて邦人に地質鉱山の調査について教育をした。2回の現地調査に基く渡島半島の地質図は日本で最初の地質図である。それのみでなく PUMPELLY は東亜地質に取っても一先駆者である。(小林貞一)

aware of a need for their own trade organization and marketing facility.

In 1906, the year of the great San Francisco earthquake and fire, Japanese flower growers of the Bay Area established the California Flower Growers Association. Three years later, the first flower market opened, which in 1912 became formally established under state law as California Flower Market, Inc. It played a crucial role in the Japanese involvement in the flower growiog industry of northern California in the pre-World War II period. It was a tightly organized and strictly operated economic association as well as a closely knit community of Japanese growers, providing members not only with a market place but also with a place for the exchange of ideas and a basis for mutual assistance and cooperation, Especially for those Issei Japanese who did not have a good command of English, the Market was the favored place to do business as well as to meet fellow countrymen. Japanese was inevitably the common language. The role of this ethnic organization can be better understood in the light of a social environment sometimes inimical to the activities and even their presence on American soil. Both formal mechanisms such as naturalization and immigration laws and alien land laws as well as informal institutional ones including racial prejudice and generally unfavorable stereotypes, served as partial barriers to their success.

Prefectural ties played an important role among Issei Japanese in determing the types of occupations that they entered. "Prefecturality" was clearly identifiable among early flower growers, Wakayama-kenjin providing the largest number of producers. Traditional rotating credit associations called *tanomoshi* were transfered from Japan. These were especially important while the Japanese-owned banks were poorly organized and of little help to small businessmen. Loans from American banks were difficult to obtain because of the growers' poor credit rating and a growing anti-Japanese sentiment. However, these ethnic credit associations gradually lost their significance with the expansion of other sources of funding while the expanding scale of operations made such small-scale credit less important.

Although the early center of Japanese flower production was Oakland, expansion after 1906 took place on both sides of the Bay. It was concentrated along the streetcar lines in the southern East Bay and along the Southern Pacific Railroad on the San Francisco Peninsula. In the East Bay, Japanese growers established themselves from the southern part of Oakland to San Leandro and San Lorenzo, and northwards in Richmond. Greenhouse-grown roses and carnations were the major products. On the Peninsula, the Redwood City and Mountain View areas formed a chrysanthemum-growing region, the production being especially promoted by innovations in cultivation techniques. The first of these was the application of cheesecloth cover to flower beds in the first decade of the century and later black cloth shading to adjust lighting conditions. Marketing of California flowers to the eastern cities also developed in this period in response to increased production and improvement in transportation facilities.

Before the outbreak of World War II, more than 100 Japanese growers were producing flowers on both sides of the Bay. Although the role of wholesalers increased, the typical system was for each grower to display and sell his flowers at the California

Flower Market in San Francisco. The organization was a centripetal force affecting economic and socio-cultural functions. This was one of the important factors which allowed the Japanese to establish a near monopoly in the flower growing industry as the Italians and Chinese played increasingly secondary roles. However, the Market's role changed greatly after World War II as the ethnic solidarity of the early Issei lost its importance, reflecting both the locational and organizational structure of the industry and socio-cultural changes.

I. はじめに

アメリカ合衆国が移民によって形成されてきたことについては大かたの意見の一致する点であり，従って当然のことながら，アメリカの文化・社会における移民の役割には大きな関心がよせられてきた[1]。しかしその中心的役割を演じてきたのは，ヨーロッパ移民，とくに北西ヨーロッパからの移民とその子孫であり，学問的関心も彼らに注がれてきた。こうした流れの中で，アジア系移民は特別のカテゴリーに入ってきた。フロンティアを求めてヨーロッパ人が東海岸から西漸運動したのに対し，アジア系移民は常に西部にその姿を現わした。移民に対して開かれたはずのこの国において，彼らに対しては各種の移民法が設けられ，その入国を大幅に制限した。人種的特異性，またその比較的短かい移民の歴史のゆえに，彼らは無視され，常にアメリカ史の主流からはかけ離れた存在であってきた。もしもアジア系移民が彼らの数に値する以上の学問的注目を浴びてきたとすれば，それは彼らがヨーロッパ系中心のアメリカ史の一部としてそのひとつのエピソードとして書かれてきたからであり，主役は常に白人であったともいえる[2]。白人は彼らが成し遂げた移住と開拓に関して祝福されたのに対して，アジア系移民は彼らがこの社会で遭遇した特異な経験のゆえに注目の的となったともいえる[3]。

日本人がアメリカに移民し始めたのは19世紀後半のことであり，とくに中国人排斥が峠を越した世紀の変わり目あたりからであった。この短い期間に，日本人はさまざまな差別や偏見を経験し，それは第二次世界大戦中の強制収容において頂点に達した。しかし，1960年代後半における黒人による過激な運動の高揚と期を同じくして，彼らとは対照的な存在である，静かで経済的にも成功し中産階級の地位を獲得するまでになった日系アメリカ人が，いわば「モデルマイノリティ」としてマスメディアの注目を急速に浴び始めた[4]。

合衆国の発展において，農業は常に主要産業のひとつであり，多くの移民集団がいろいろな形でアメリカ農業に貢献してきたが，この点に関しては大きな学問的関心がはらわれてきたとはいいがたい[5]。カリフォルニア州においては，多くの移民集団に少なからず関心が払われてはきたが，それはカリフォルニア農業が常に必要としてきた安価な季節労働力としての彼らの役割に対するものであったといえる[6]。

新世界における移民農業は早くから地理学的研究の対象となってきた。農業は生業であると同時に生活様式でもあり[7]，従って文化的要因の影響を強く受ける。こうした認識に基づいて，地理学的研究は自然における移住集団の活動に焦点をあててきたが[8]，残念ながらここでもヨーロッパ移民がその対象となった。地表における人類文化のプロセスおよびパターンを記述し分析することに興味のある研究者にとって，移民農業は人間と環境との働きあいの研究には格好の場となる。移民は彼らの故郷から切り離され，自然的にも社会・文化的にも新しい環境へと移植される。こうして彼らは母国では経験できなかったさまざまな新しい圧力に身をさらすことになる[9]。集落のパターン，また作物や技術の選択や調節は文化景観となってその姿をあらわすことになる。開拓集落の研究はこうしてひとつのテーマとなった。

日本人移民の農業については，こうして地理学者によって，おもにラテンアメリカにおいて開拓集落の研究として行なわれてきた[10]。日本人移住者は，自然と人間のかかわりのユニークな事例を提供する。しかし北アメリカにおいては，彼らは独立した農民としてではなく，移住当初から中国人，フィリピン人，

メキシコ人と同様，安価な季節移動労働力の供給源として受け入れられた。

近年の日系アメリカ人に対する関心の増大にもかかわらず，また IWATA が明らかにしたように，日本人のカリフォルニア農業における大きな貢献度[11]にもかかわらず，日本人農業の詳細な研究はほとんどみられない。きわめて一般的な形では，日本人の適応過程の一部として述べられたり[12]，また1942年の強制収容時の情況に関しては War Relocation Authority の詳細な記録があり[13]，また羅列的な記述は各種の日本語出版物にもとめられる[14]。しかし，地理学的立場からの分析は，ほとんど認められない。

本報告は，北カリフォルニアにおける日系人花卉栽培の形成過程を記述・分析することを目的とする。海外の日本人は一般に集約農業で成功をおさめているが，カリフォルニアの日本人花卉栽培はその一例である。これに関して，民族的組織と団結力の考察は重要である。この点は日本人に限られずあらゆる移民集団に共通するものではあるが，戦前の否定的な社会環境のもとでの日本人農業の競争力と成功は，かなりの部分，彼らの組織化と団結力によるものである。

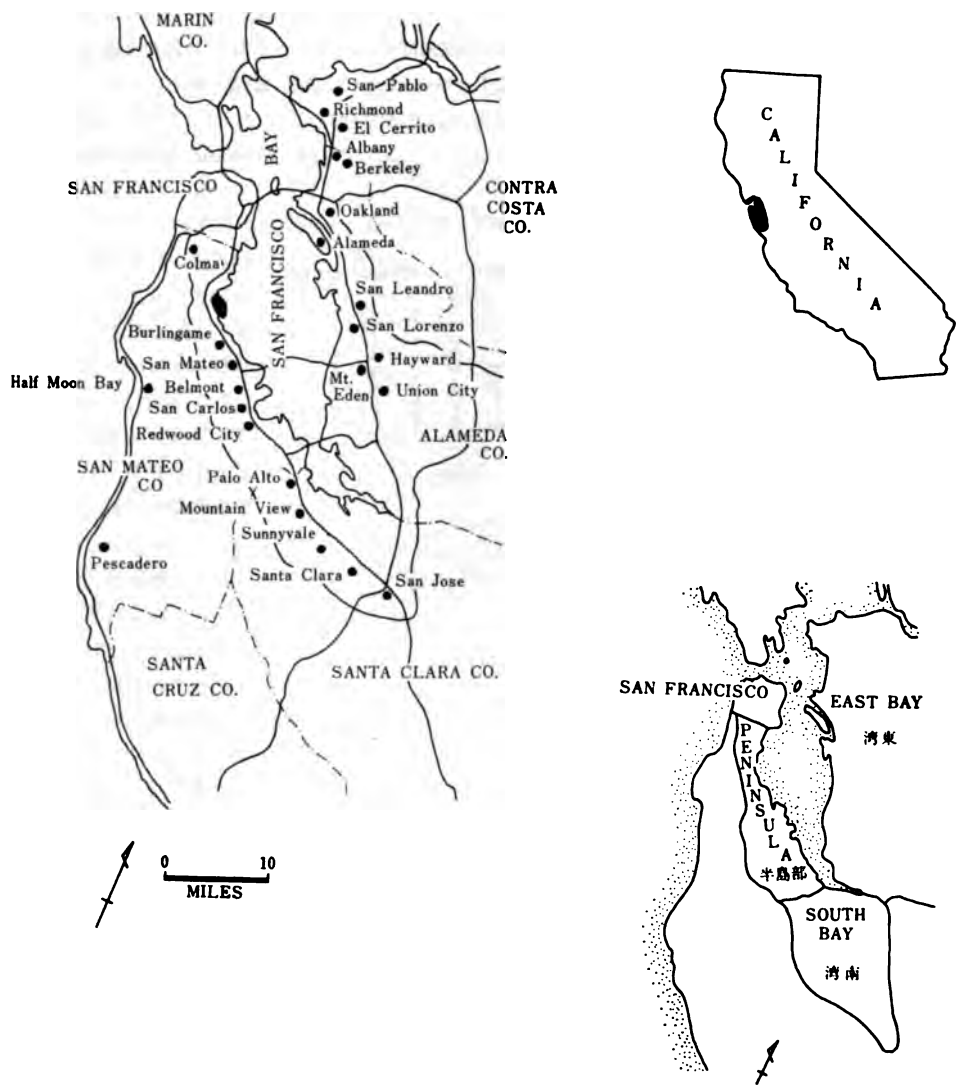
こうした組織には，日本人ボスによる労働者キャンプ，農業協同組合，農産物市場，出荷組合などが含まれ，また県人会をはじめとする互助組織も多くつくられた。これらは，第二次大戦前において，社会的・経済的に弱い立場にあり言葉にも不自由な一世をまとめあげ，日本人農業の発展に大きな役割を果した。花卉栽培業の形成における，サンフランシスコの加州花卉市場株式会社の役割は，まさにこの典型的な事例ということができる。日本人の他にはイタリア系や中国系が花卉栽培に従事するが，組織化の面で日本人には及ばなかった。こうして今世紀に入ってまだ未発達段階にあった花卉栽培業に，日本人はいわば彼らの niche を見いだすことになる。

本研究の対象地域は，サンフランシスコ湾岸地域である（第1図）。サンフランシスコは西海岸における日本人移民の上陸拠点のひとつであり，その後の分散地点ともなった。1970年センサスによれば，日本人人口約58.8万のうち36.3%がカリフォルニア州に居住し，サンフランシスコ湾岸地域は州全体の23.5%（約5万人）を数えた。さらにこの地域は，アメリカにおける日本人花卉栽培の発祥の地であり，以来，南カリフォルニア海岸部とともに，カリフォルニアの花卉栽培の中心地である。ロサンジェルスを中心にした南カリフォルニアの花卉栽培においても，日本人は中心的存在であり，北カリフォルニアの場合と多くの共通点を有するが，これに関しては別の機会に譲りたい。

II. 日系人花卉栽培の萌芽

北カリフォルニアの日本人花卉栽培業は，今世紀に入って大きな発展をみせるが，その基盤となったのは，19世紀末におけるパイオニアの活動である。移民が新しい土地で地歩を築いていく場合，こうしたパイオニアの成功はそれに従うべきひとつのモデルとなり，より多くの人々がその仕事につき，地理的にもその活動が拡大されていく。

日本人花卉栽培の先駆的存在は吉池　寛で，彼はサンフランシスコの対岸のオークランド Oakland で1886年にキク栽培を始めた[15]。長野県上田市の出身である彼は1882年に渡米し，「スクールボーイ」[16]としてアメリカ人家庭に住みこんだが，1885年の帰国時に新妻とともに大輪のキクを持ち帰った。吉池のキクはしだいに人気を呼び，最初の行商から，オークランドの中心街に露店を持つまでになった。1890年には Willow St. と16 St. に面した1エーカーの土地に移り，5基の小さな温室を建て，キクとカーネーションの栽培を行った[17]。

吉池はキクおよびカーネーションの先駆者として知られるが，和歌山県出身の堂本兄弟は植木を中心にキク，カーネーションの栽培で知られ，この産業の組織化・発展に大きな貢献をなした。晋之進と兼太郎は1884年の渡米後，それぞれ下宿屋の管理人，スクールボーイとして働き，その後日本から植木類を輸入し生産を開始した。他の2人の兄弟もこの仕事に参加し，1893年にはオークランドに2エーカーの土地を購入した。1904年には35エーカーの広大な土地に移り，生産規模は拡大した[18]。後の加州花卉市場株式会

第１図　研究対象地域
——主要道路　-・-・郡境界線　●主要都市

社の設立にあたっても，彼らの果した役割は大きかった。

こうした初期のパイオニアたちは花卉栽培の専門家ではなかったが，彼らを範にして多くの花卉業者が誕生していった。商業的要素を強くもったこの集約農業には，商業経験をもった人々も多く入っていった。

このように日本人がこの産業に入った当時，イタリア人や中国人が花卉栽培を行ってはいたが，この産業自体はまだ確立されたものではなかった。多くの中国人はサンフランシスコ半島部の大地主に庭師として働いていた。彼らはいわば内職として花卉を生産し，Southern Pacific 鉄道を使ってサンフランシスコへ出て行商を行った。イタリア人は市の周辺部で酪農や野菜栽培を行っていたが，しだいに花卉を作り始めた。1900年ごろにはイタリア人経営の温室は，サンフランシスコ南部，Mission, Visitacion Valley 地域に，野菜畑に隣接して立地していた[19]。

1906年までには少くとも16人の日本人生産者がおり，彼らのほとんどがオークランド，バークレー Berkeley，リッチモンド Richmond に立地していた（第2図）。彼らは主に温室栽培によるカーネーション，キク，バラが専門であった。しかし，生産者の数は少なく生産量も限られたもので，その活動は組織化されてはいなかった。とくに出荷は個人ベースで行なわれ，花卉の詰まった行李を背にして街を売り歩いたり，切花店へ売るのが普通であった。市電を使う場合には，「行李をかつぎ着古した服，すり切れた靴，無精ヒゲと日焼けした顔の日本人は，乗客の視線とひやかしを浴びる」[20]ことになる。

第2図　加州花卉市場株式会社組合員の創業年次と立地（加州花卉市場株式会社「加州日本人花園業発展史」1929 pp. 234-285より集計）

こうするうちに，花卉生産者が決って集まる場所が形成され，サンフランシスコの中心地，Market St. と Keavny St. の角地は，花卉の露上マーケットの観を呈するようになった。小売業者もここで花卉を求めるようになった。1900年当時，同市には59の生花店があった[21]。

この萌芽期においては，花卉の出荷・販売は時間と労力を要するものであり，また，

経済的にも生産者は弱い立場にあった。こうして彼らはしだいに生産者の組合の必要性を自覚していく。日本人の組織化への努力は，後にイタリア人，中国人生産者を凌駕し，産業内で不動の地位を築く基となった。

III. 組織化と加州花卉市場株式会社

生産者数および生産高の増大に伴って，花卉市場の欠如は出荷・販売に不自由をもたらし，生産者間に競争さえ生じた。しかも当時，反日本人的気運が高まりつつあり，白人の花卉栽培者からの圧力も増大した。こうして，1906年のサンフランシスコ大地震の年，湾岸地域の日本人生産者は花卉市場の建設を目ざして，「加州花卉栽培業組合」[22]を組織した。この組合は，1909年5月にサンフランシスコ市の中心 Montgomery St. と Keavny St. にはさまれた Lick Place とよばれる裏通りに，最初の市場を開設した（写真1）。その後，組合員の増大と取引高の拡大に伴い，市場は何度もその場所を変えることになる（第3図）。

1912年1月，加州花卉市場株式会社[23]が州法に基づき資本金1万ドルの協同組合として発足した。これは，組合員に花卉販売のスペースを貸し与え，また情報やアイディアの交換の場を提供した。同時に，日本人花卉栽培業者としての仲間意識と帰属感を高め，相互援助の組織とも

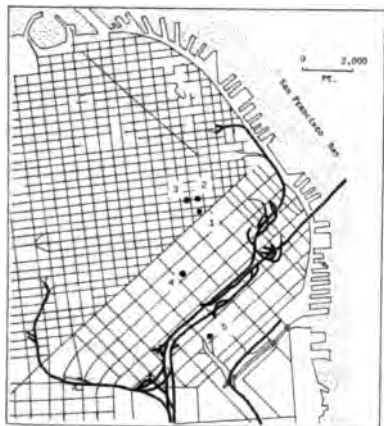
写真 1　1909年に開かれた最初の日本人の花卉市場，Lick Place, San Francisco, 市場は Domoto Bros の建物の中にあった。
(提供：History Room, California First Bank, San Francisco)

第3図　日本人花卉市場の立地移動
1. 1909年5月　4. 1924年3月
2. 1909年8月　5. 1956年9月
3. 1914年2月

写真 2　St. Anne 通りにおける加州花卉市場株式会社，1914—1924年
(提供：History Room, California First Bank, San Francisco)

なった。1914年からは，レンガ造りの立派な建物をもった（写真2）。1924年には，新たに組織されたイタリア人の組合であるサンフランシスコ花卉生産者組合[24]とともに，5 th St. により大きな市場を開いた。日本人市場は，敷地面積17,000平方フィートのレンガ造りの大きな建物を占めていた[25]。

こうしたタイプの市場は old market と一般に呼ばれ，生産者と買い手が直接に顔をあわせる[26]。生産者は賃借りしたテーブルスペースに自分の花卉を並べ，日本語なまりの強い，ぎこちのない英語で，買い手である主に白人の小売・卸売業者と値段の交渉をする（写真3）。戦前には，市場は午前7時に開いた。開場と同時に買い手はテーブルへ殺到するが，その日の客の量と彼らの雰囲気とは，生産者が値段をつけるカギとなった。

写真 3　加州花卉市場株式会社，1940年
（提供：History Room, California First Bank, San Francisco)

1930年までには，この花卉市場はサンフランシスコおよびその周辺地域の花卉取引の中心となった。ある新聞の推計によると，1930年には年間販売額は250万ドルに及んだという[27]。

この組織は，日本人花卉栽培業者の強いまとまりを示した。この株式会社内に設けられた「加州花卉市場組合」[28]の組合規則の一部は，これを明らかにしている。

第2条　本市場は加州日本人花卉植物業者にして加州花卉市場株式会社の株式四株以上を所有する株主を以て組織す。

第4条　組合員にして本組合員にあらざる者の生産したる花卉を本市場に於て販売するを禁ず。違反者より二十弗の罰金を徴収するものとする。

第5条　平日組合員にして補助者を使用するものは其補助者をして本市場内にて商取引をなさしむべからず

第6条　本市場の経費は本市場各戸の温室面積又は之に該当する面積に対して負担せしむ

第9条　温室の面積を隠蔽せしものに対してはその隠蔽せし期間の面積の負担すべき額の十倍を徴収す

組合員の条件として日本人でなければならないという点は後に削除されたが，基本的には組合の性格は変わらなかった。大多数の一世栽培者が株主として，この組織に参加したものと考えられる[29]。

社会的にも地位が低く，しかも英語にも不自由した一世にとって，この組織は仕事の場であるとともに，日本人仲間との社交の場でもあった。ピクニックや運動会も催された。ここでの公用語は日本語であった。出版物も日本語で出され，英語の重要度が増したのは，1930年代も後半に入ってからであった[30]。

この他に，花卉ごとに，あるいは地域によって同業者組合がつくられた。これには，カーネーション同業組合[31]，加州キク栽培業組合[32]，レッドウッド日本人花園業者組合[33]，湾東花園業組合[34]がふくまれた。

IV. 社会環境

こうした日本人一世の花卉栽培および彼らの組織の性格と機能を考える場合，当時の社会環境はきわめて重要な意味をもつ。この社会環境には，制度的法的な側面と，一般民衆の心理的レベルでの差別・偏見

がふくまれる。インタビューに応じたある一世は，花卉市場に花を運搬する途中，どこからともなく彼らめがけて飛んでくる石にも耐えざるをえなかったことを回顧している。

Central Pacific 鉄道による大陸横断鉄道の建設に伴って大量に入国した中国人は，その完成とともに，西部の労働市場に姿を現わした。中国人排斥運動は勢いを増し，それは1882年の中国人排斥法の成立をもたらした。日本人がカリフォルニアに大量に生活し始めたのは19世紀も終りに近い頃であり，彼らは中国人の欠如によって生じた穴を埋め始めた。しかし彼らもまた排斥的社会環境を経験しはじめる。とくに1924年の移民法は日本からの若い労働者の流入を断ち切ることになった。この当時，花卉栽培の担い手は一世であったが，彼らの平均年齢は40代半ばであり，大部分の二世はまだ就業年齢には達していなかった。従って，白人，メキシコ人，フィリピン人が労働力を提供することになった[35]。

1913年のカリフォルニア州外国人土地法は，日本人農業の拡大をおさえることを目的としたが，これは1920年および1923年に改定され，ついに，市民権を請求する資格のない日本人は，農業を目的とした土地を所有および借地することが認められなくなった。しかし，二世名義によって，また市民である知人の名を借りて，あるいは会社を組織することによって，彼らは事実上土地を手に入れることが可能であった。

実際のところ，他の日本人農業従事者にくらべて，多くの花卉栽培者が土地を所有していた。日本人は主に土地価格の極端に低い辺境地域のパイオニア的開発においてその功績が認められてきたが[36]，花卉栽培は労働・資本集約的な近郊農業のひとつであり，マーケットと交通システムへの近接，適した気候条件が必要となる。日本人栽培者は1920年代後半までには，都市周辺に立地していた。必要となる土地は比較的小さくてよかった。都市化の進行に伴って，従来安価に購入できた土地はその価格が高騰したが，同時に，本来の立地の有利点，たとえば低い税や，混雑のなさといったものは失なわれていく。戦前においてさえ，温室の立地移動は認められた。

花卉栽培業に肯定的に働いたでき事もいくつかあった。たとえば1918年から1919年にかけて世界的流行となったスパニッシュインフルエンザは，カリフォルニアでも猛威をふるった。州全体で２万人の命が奪われたが[37]，これは花卉の需要を一時的にではあるが激増させた。また花卉輸送の新しいシステムが発達した。トラックの普及は出荷を大幅に簡易化した。サンフランシスコとオークランドを結ぶベイブリッジの完成（1936年）は，両地域間の交通をさらに円滑にした。

V. 栽培業者の地縁的背景

日本人移民の初期の活動を考える場合，出身県はひとつの重要な要素である。県民性は今日でも語られるが[38]，移民の多かった今世紀初頭までの地方文化間の差異の大きさについては，今さら繰り返すまでもない。日本を遠く離れたこのカリフォルニアで，各県人は県人会を中心にまとまりをみせ，これは戦前の一世の間でとくに顕著にみられた[39]。こうした地縁的結びつきは，文化的社交的活動だけに限られなかった。とくに渡米後間もない一世にとって，それは仕事を捜す手がかりとなり，同県出身者がある業種に高い就業率を示すといったこともめずらしくはなかった。農村部では，農場労働者や農民として，同県出身者の集中地域が現われたり，また，都市においては，小規模商業が県人を相手にして行なわれたりもした[40]。

花卉栽培業者にも，県による集中が明らかであった。1928年の加州花卉市場株式会社の組合員中，和歌山県人は31人で30%を占めた。これは前述したパイオニアである堂本兄弟の存在で説明される。多くの和歌山県人一世が，この兄弟のもとで働き技術を身につけ，その後独立したものであった[41]。

VI. 金融機関

到着後間もない移民が事業を始めようとする場合，資本の欠如は大きな問題である。花卉栽培には温室などの施設が必要であり，それはきわめて資本集約的農業形態である。移民が事業に充分な資本を携えてくるのは例外であり，従って彼らは自分自身で資本を蓄積せざるをえず，また他に財源を求めなければな

らなかった。

1900年から10年間に，9社の州認可の日本人経営の銀行がカリフォルニアに生れたが，これらは大地震後の不安定な金融界の状況によって打撃をうけた[42]。これらの日本人銀行のほとんどはその戸を閉めざるをえなかった[43]。大手銀行である横浜正金銀行と住友銀行は，サンフランシスコとロサンジェルスに支店を持っていた。前者は1886年にサンフランシスコに支店を開いたが，これは外国貿易金融を目的とした特殊銀行で，現地の小規模商人には何の助けにもならなかった[44]。

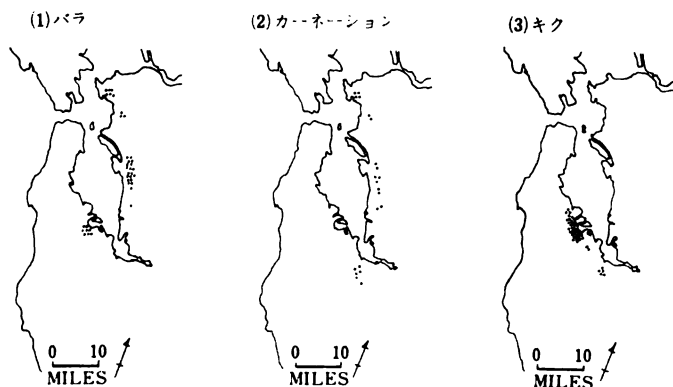
一方，アメリカの銀行のいくつかは，日本人の花卉栽培を有望なものとした。かなりの融資が第一次大戦後半の景気にともなって日本人の事業に向けられた[45]。しかしその後の経済の落ち込みと排日感情の増大によって，アメリカの銀行からの融資はむづかしくなった。当時，多くの日本人が帰国を前提としていたため，日本へ送金する者が多く，低い貯蓄高は融資をむずかしいものにした事実もあげられる。1920，1930年代には，Bank of America[46]や Wells Fargo Bank から，かなりの融資が日本人花卉栽培者に向けられたことは，聞き取りから明らかになったが，これは創業後かなり時間がたち，基盤ができ上がってからのことであった。

こうした状況のもとで，伝統的「頼母子」が少なからぬ役割を演ずることになった。江戸時代に大きな発展をみせたこの庶民の金融機関は，アメリカに移植され，初期の商業の資金源となった[47]。一回の掛け金は25～200ドル程度であった。

日本人によって組織された生産者組合も，相互金融組合としての性格をもっていた。1906年設立の加州花卉栽培業組合[48]は，その組合規則にその機能をうたっている[49]。その他にも，レッドウッド日本人花園業者組合[50]や，加州花卉栽培業者金融組合[51]があった。

頼母子は，その初期における重要性にもかかわらず，第二次大戦までには，花卉栽培業においてその重要性を失なう。こうした民族的庶民金融の役割の低下は，彼らの成功に伴い資金源が拡大したこと，さらに生産規模の拡大によって，小額の金額が意味をもたなくなったためであろう。

VII. 生産の特徴と生産地域

サンフランシスコ市の人口の増加（1900年343,000，1915年510,000）に伴い，花卉の主要なマーケットは同市であったが，湾東においてもまた著しい人口増加がみられた。1906年の大地震の後，2つの地域で花卉栽培の発展がみられた。第一に，オークランド，バークレー，リッチモンドを含めた湾東での継続した増加，とくにサンレアンドロ San Leandro，サンローレンツォ San Lorenzo といった南方への拡大である。第二に，サンフランシスコ半島部，とくにサンマテオ San Mateo，ベルモント Belmont，レッドウッドシティ Redwood City，マウンテンビュー Mountain View での発展であり，この地域はキク栽培の中心となった。第4図は，1928年における日本人バラ，カーネーション，キク栽培者の分布である。

第4図　日本人花卉生産者（加州花卉市場株式会社組合員）の分布，1928年（資料：第2図と同じ）

第1表　サンフランシスコ湾岸地域の日本人花卉生産，1927年
(加州花卉市場株式会社組合員の調査による。『加州日本人花園業発展史』1929．pp.148-149)

1)　キク

Area	Growers	Sq. Ft.
Belmont	13	812,238
Redwood City	12	605,919
San Mateo	3	185,700
Mountain View	6	222,511
Total	34	1,826,368

2)　バラ

Area	Growers	Greenhouse sq. ft.	Outdoor sq. ft.
San Leandro	6	244,708	2,550
Oakland	12	276,802	29,578
Richmond	9	300,171	23,750
Redwood City	9	264,370	138,076
Mountain View	3	31,950	—
Total	39	1,118,001	193,954

3)　カーネーション

Area	Growers	Greenhouse sq. ft.	Outdoor sq. ft.
San Leandro	5	221,401	38,568
Oakland	2	39,805	27,105
Richmond	6	122,957	32,634
Mountain View	4	71,720	—
Total	17	455,883	98,307

4)　総　計　　3,702,513 sq. ft.

日本人は比較的限られた数の花卉の生産に従事してきた。1927年における加州花卉市場株式会社組合員の生産をみると（第1表），バラは130万平方フィートを占め，その85%はガラス温室で，湾東と半島部に分布した。キクは半島部の34生産者により栽培され，180万平方フィートをしめ，主にチーズクローズ（寒冷紗）でカバーされていた。カーネーションは55万平方フィート，82%が温室で，大部分湾東で生産された。合計すると370万平方フィートが日本人の支配下にあった。加州花卉市場株式会社の推計がうけ入れられるとすると，日本人は湾岸地域において，バラの60%，カーネーションの80%，キクの70%を生産していた[52]。

気候条件はおそらく商業的花卉生産の立地を決定する最も重要な要因であろう。おのおのの花卉に適した作物気候は，日中および夜間の気温，日中の長さ，降水量，湿度，気流といった多くの要因の複合されたものである。温暖な冬と比較的涼しい夏は，多くの栽培者をひきつけ，これは温室が低開発段階にあり，露地栽培面積が高い比率をしめた時代には決定的要因であった。品種の改良や小気候的必要条件の研究はあまり進んではいなかった。現代の温室は生産の環境をコントロールしてはいるが，外的気候は今だに良質で大量の生産には欠かせない。冬季の低い暖房費と夏季の気温は，湾岸生産者の大きな利点であり続けてきた。

温室生産は，初期から日本人花弁栽培の中心をなした。それは，木の骨組みと白色塗料をぬったガラスでつくられた。パイオニアの吉池　寛はすでに1890年に温室栽培を始めている。戦前における最も典型的な温室は，幅27.5フィート，長さ150フィート，中央部の高さ15フィート，袖部7フィートであった[53]。この大きな温室は室内温度を比較的一定に保ったが，小さく背の低いものは夜間冷えやすく，夏季には日昼120°Fにまでも上昇する。温室規模の小さかった初期においては，夏の3カ月間，温室栽培を停止することがよくあった[54]。

中国人とイタリア人による花弁栽培は異った傾向を示した。1920年以前，中国人は主に半島部のサンマテオ＝パロアルト Palo Alto 間に位置し，小菊（ポンポン Pompon とよばれる）およびアスター aster を生産したが，バラ，カーネーションの生産はみられなかった。約25人が毎日，サンフランシスコに花弁を持って現われた[55]。イタリア人は露地栽培が多く，バラ，カーネーションをふくめ，花弁の種類も多かった[56]。彼らはコルマ Colma，ブーリンゲーム Burlingame で，サンフランシスコとサンブルーノ San Bruno を結ぶ道路に沿って，多くが立地していた[57]。1924年のイタリア市場の形成以前は，多くのイタリア人は小売店に直接花弁を供給した。

ここで，湾東地域について詳しくみてみよう。第2図から明らかなように，1906年までには，加州花弁市場株式会社組合員17人は，ひとりを除いてすべて湾東にあった。1918年までにはここには168エーカーの栽培面積があり[58]，半島部はこれにくらべてはるかに限られていた。10年後，組合員95人のうち48が湾東にあった。このうち約30人が主にバラを生産し，他の13人はカーネーション専門であった。約70%の生産者が，一種類の花弁に専門化していた。

1927年2月には湾東花園業組合[59]が結成され，オークランド市場が始った[60]。湾東における生産と需要の増加は，市場の欠如を不便なものにした。生産者はサンフランシスコの市場へ出荷するか，あるいはこの地域の小売店へ直接販売するかであった。とくにフェリーが唯一のサンフランシスコとオークランドを結ぶ交通機関であった当時には，これは時間と労働の損失を意味した。小売店への直販においては，生産者は価格決定に際してしばしば弱い立場にあり，生産者間に競争さえ生じていた。また湾東の小さい小売店は，供給量の少ない時期には，花弁を集めるのに苦労した。また幅広い選択をするために，サンフランシスコへ仕入れに行くことが普通であった。湾東の人口は急増しており，オークランド，バークレー，アラメダ Alameda の人口は，1900年の97,000から1910年の214,000，1930年の401,000へと変化した。これらの諸市とリッチモンドには，94の生花店があった[61]。この購売力によって，市場の維持が可能となった。

この組合は，日本人および白人生産者で組織された。1928年6月，組合員は52を数え，そのうち日本人は19であった[62]．年間の取り扱い高は500,000ドルに達した。この市場は，戦後まもなく閉じるまで続いた。

自動車が普及する以前は，鉄道と電車が，湾東地域の花弁生産者の立地決定に大きな役割を果した。湾東には，電車システムがよく発達した[63]。日本人栽培者は電車路線に沿って郊外へと出ていった。戦前におけるオークランド南部の Elmherst 地域の日本人生産者の集中は，East 14 th St. の電車路線に対応したものであった。これによって，オークランドの中心地へ，さらにフェリーによるサンフランシスコへの出荷が可能であった。この路線は，さらに湾東南部での花弁生産の増加を促進した。

半島部においては，大地震の後，日本人花弁栽培はサンマテオ，ベルモント，レッドウッドシティ，マウンテンビューに発達し，この地域が日本人栽培の二次的中心地となった。この発展は最初からキクの栽培によって促され，この地はカリフォルニアにおけるキク栽培の中心地と認められるようになる。

1928年には，加州花弁市場株式会社組合員47人が半島部にあった。そのうち40人がキクを栽培し，しかも23人がキク専門であった。ベルモントとレッドウッドシティがその中心であった（29生産者）。1908年から1930年の間にキク生産は200,000本から3,000,000本へと増加した[64]。イタリア人によるキク栽培はみられず，一方中国人はポンポンが中心であった。1928年には，9人の日本人バラ生産者と5人のカーネーション生産者がいた。

半島部におけるキク栽培の急速な発達は，ひとつの栽培上の革新によって促進された。それは今世紀初期におけるチーズクローズ・カバーの利用である。前にも述べたように，湾東では吉池や堂本兄弟によって，キクは温室で生産された。チーズクローズは，レッドウッドシティの H. L. GOERTZAIN によって1903年にはじめて使用された[65]。榎本兄弟らはこのチーズクローズを使って，温室と露地栽培の両要素を組合わせた新しいキクの栽培の方法を開発した。日中の充分な光線，温和な夜間温度，比較的高い湿度は，この発展を助長した。こうして良品のキクが経済的に生産できるようになった。1909年には11人の日本人がチーズクローズを利用し，2,000,000本のキクを生産した[66]。

生産者の増加に伴ない，日本人によってレッドウッド日本人花園業者組合[67]が組織され，それは会員の友好をはかり，また加州花卉市場株式会社を発展させるためであった。1928年の会員数は19であり，この組合は大戦まで続いた。

加州キク栽培業組合[68]は同じくレッドウッドシティにおいて1932年に組織された。日本人栽培者による組織で，生産，供給，集荷，金融の機能を有した。1939年までには，会員は56名に達した。総作付面積は90エーカーにのぼり，販売は年間 300,000 ドルに達した。この組合は「tag system」を採用し，会員のキクの販売を図った。買い手は生産者から花卉を直接受けとるが，その購入は組合を通して行なわれた。買い手は生産者から tag をうけとり，支払いは組合になされた。会員はその売上げを組合から受けとり，従って簿記から解放されたわけである。生産者と買い手の間のトラブルも減少した。この点，組合には生産者の保護という大きな功績があった。また，チーズクローズ，肥料，日用品の共同購入も行なわれ，恒例のピクニックや運動会も繰り返された。本組合は，1941年にパロアルトに移転し，戦後を通じて現在も活動している[69]。

チーズクローズの応用によって生産は大幅に拡大したが，開花の時期は秋に限られていた。生産者は，キクの収穫前の収入源として，小規模ながらスイートピーやチューリップ球根を生産することもあった。第二の革新，すなわち暗幕の利用によって，キクの栽培カレンダーは大きく変化することになる。開花に必要な短日期は暗幕の使用によって人工的に可能となり，キク栽培は自然のカレンダーの束縛から解放された。この方法が1934年に半島部に導入されると，キクの生産はさらに増加した。この技術は3年後には南カリフォルニアの生産者にもとり入れられることになる。

出荷形態にも変化が生じた。まず，Southern Pacific 鉄道がサンフランシスコへの花卉の出荷に使われた。1920年以降，徐々に運送屋がトラックで輸送を請け負うようになった。彼らは主に白人であったが，中には日本人の業者も現われた。さらに卸売業者が生産者から直接に購入するようになる。

キク生産の増大に伴い，一般の認識も増大した。1931年10月には，レッドウッドシティで「キク祭り」が行なわれ，これは地域社会の行事として市の主催によるものであった[70]。

相互扶助は日本人生産者間で大きな意味をもった。畑に組み立てられた骨組みに，大きく重量のあるチーズクローズを張るには，15人から20人の人手を要した。3フィート幅の布が縫い合わせられ，幅18フィート長さ200～300フィートが単位となって地面をおおった。仕事のあとには宴会が催された。いわゆるユイに似たこの相互扶助関係は，第二次大戦前の日本人花卉栽培者間によくみられた。

急速な発展のあと，1930年代以降，日本人花卉栽培業は安定期をむかえる。反日的感情の強い社会的背景にもかかわらず，彼らの勤勉さと献身によって良質の花が作られ，一般の民衆の間にも，その存在が認められるようになった。1940年の『日米住所録』によれば，日本人花卉類生産者は117を数えた（第5図）。オークランドはまだその中心的地位を占めたが，南のサンレアンドロ，サンローレンツォ，ヘイワード Hayward では，1928年とくらべて生産者数は増大した。北のリッチモンドも湾東のひとつの中心をなした。半島部では，レッドウッドシティ，マウンテンビューが戦前の中心で，それぞれ27と9の日本人栽培者があった。同年のひとつの推計によれば，日本人は生産額においてカリフォルニア花卉生産の80%，また生産量においてはその70%近くを生産したという[71]。

VIII. マーケットの拡大

州外への花卉の出荷は1910年代に始まった。最初に出荷が行なわれたのはキクである。チーズクローズによる生産拡大に伴って，1912年までに生産は過剰気味となった。サンフランシスコの卸売業者である F. A. MASHIHARA は，1912年にシカゴ，セントルイス，カンサスシティに Wells Fargo Express Company を通じて，キクの無料見本を送った。ひと箱50本入りのこの見本は，冷蔵されなかったが無事にこれらの都市へ着き，注文がすぐに現われた[72]。同年，キク生産者かつ卸売業者である S. ENOMOTO は，ニューオリンズの All Saints' Day のために50～100箱のキクを，Wells Fargo Express Company を通じて鉄道で出荷した。この最初の商業的長距離出荷は成功した。翌年，同地にむけて，客車に連結された貨車一両のキクが出荷された[73](写真4)。

第5図 1940年における日本人花園の分布（資料：日本住所録，1940)

こうしたパイオニア的努力によって，1915年までに，湾岸産のキクのマーケットは中西部へと広がった。また1914年には，キクの共同出荷も始められ，これは過剰生産と，第一次大戦の勃発によるローカルな需要の低下に対応するものであった。通常の貨車には，50本入りの箱が224個積載でき，貨車内の気温をほぼ48°F に保つために氷が使用された[74]。

カーネーションの州外への出荷もこの時期に始まったが，それは，クリスマスや母の日といった主要な祭日に限られたものだった。1927年にシカゴで委託販売が始まったのを機に，組織的出荷が始まり，カーネーション同業組合[75]は週2～3回の出荷を行った[76]。

1930年までには，サンフランシスコに日本人花卉卸売業者が6社あり，東部マーケットに出荷をした[77]。湾岸地域におけるキク生産のおよそ80%が州外へ出荷され，一方同じ割合のバラ，カーネーションは，この地域で消費された。年間の出荷額はおよそ 400,000 ドルに及んだ[78]。

写真4 S. Enomoto によるニューオリンズへのキクの出荷 (Redwood City, 1915年)。これは Wells Fargo Express Company を通じて行なわれた。これはさらに近くの駅で汽車に積みかえられた。
(提供：Wells Fargo Bank, History Room San Francisco)

IX. 一世から二世へ

1924年の移民法によって日本からの移民の流れが断たれると，自然増が日本人コミュニティの人口増加源となった。1930年までには，二世は合衆国における日本人人口の半数を占めるようになった。しだいに二世はこの一世が築いた産業に入っていった。二世は戦時中の強制収容を機に，戦後，日本人のあらゆる経済活動の担い手となっていく。

一世から二世への花卉栽培の継承は，戦前から少しづつみられた。ある一世は，一般に二世が親の職業をきらう傾向が強い中で，花卉栽培業者の子弟の花卉への関心は著しいと，1928年当時，楽観的見方をしている[79]。家族労働中心の勤勉な一世を見ながら花卉に囲まれて育った二世は，長い経験と高い技術を必要とする花卉栽培に通ずるようになった。戦前の日本人にとっての非常に限られた就業の機会は，さらに

この傾向を助長した。二世の兄弟が共同で経営に参加する例も少なくなく，彼らは戦後の日系人による花卉栽培の発展の大きな推進力となる。

X. まとめ

本稿では，サンフランシスコ湾岸地域における日系人花卉栽培について，19世紀末のその萌芽から，第二次大戦までの組織化・発展を概観した。戦前というアメリカ社会の時代的背景のもとで，日本人のこの集約的移民農業における成功は，彼らの組織力とその機能による所が大きい。これにより，彼らはイタリア人や中国人の同業者を凌いで，花卉栽培の中心的存在となった。

その中心的役割は，サンフランシスコの加州花卉市場株式会社によって演じられた。この組織は，彼らの経済活動の中心であったばかりでなく，一世の文化的・社交的結びつきの場ともなり，いわば日本人花卉栽培者の間で求心的存在であった。一般に戦前のカリフォルニアにおける日本人農業の発展は，共同組合的組織化のうまさによる所が大きいが，花卉栽培の事例はそのよい例である。

戦後，花卉栽培は構造的にも地域的にも，大きく変化していく。農業という経済活動における，日本人であるがゆえの積極的連体の傾向は，薄れていく。組織の性格は，従って，戦前の自己防御的なものから，より経営中心的なものへと変化する。こうした変化は，前述の構造的，地域的変化に加えて，多分に，世代の交替による日本人のアメリカ化と，アメリカ社会一般の変化によるものと考えられる。こうした日本人による民族的組織の性格と機能の変化は，他の民族集団の場合，たとえば中国人花卉栽培者や彼らの組織との比較により，一層明らかになろうが，これについてはあらためて論じたい。

付記

本報告は，1978年にカリフォルニア大学（バークレー）大学院に提出した修士論文の前半部に基づいたものである。指導していただいた地理学教室の James J. PARSONS 教授をはじめ Robert R. REED, Clarena J. GLACKEN 教授，また民族研究教室の Sucheng CHAN 教授，および日ごろから激励と助言をいただいている筑波大学の山本正三教授に，厚く御礼申しあげます。

〔注〕

1) たとえば，HANSEN, M. L., *The Immigrant in American History*, Cambridge: Harvard Univ. Pr., 1940 ; HANDLIN, O., *Race and Nationality in American Life*, Boston, Little, Brown, 1957 ; HANDLIN, O. (ed.), *Immigration as Factor in American History*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959.
2) IRIYE, A., 'Introduction' in Hundley, N. Jr. (ed.), *The Asian American*, Santa Barbara: Clio Books, 1976, p. viii. 歴史の教科書の中でアジア系アメリカ人がどのように取り扱われているかは次に詳しい。ZUERCHER, R., 'The Treatment of Asian Minorities in American History Textbooks', *Indiana Social Studies Quarterly* 12, 1969, pp. 19-27.
3) DANIELS, R., 'Westerners from the East ; Oriental Immigrants Reappraised', *Pacific Historical Review* 35, 1966, p. 375.
4) たとえば，KITANO, H. H. L., 'Japanese American ; the Development of a Middleman Minority', in Hundley, N. Jr. 前掲2，ひとつの批判的分析としては，SUZUKI, B. H., 'Education and the Socialization of Asian Americans: A Revisionist Analysis of the "Model Minority" Thesis', *Amerasia Journal* 4-2, 1977, pp. 23-51.
5) 農業における移民の役割に関しての歴史学者のコメントは次にある。SALOUTOS, T., 'The Immigrant in Pacific Coast Agriculture, 1880-1940', *Agricultural History* 49, 1975, pp. 182-201 ; SALOUTOS, T., 'The Immigrant Contribution to American Agriculture', *Agricultural History* 50, 1976, pp. 45-67.
6) MCWILLIAMS, C., *Factories in the Field*, Peregrine Publishers, Inc. 1935 ; MCWILLIAMS, C., *California: the Great Exception*, Peregrine Smith, Inc, 1949 ; FISHER, L. H., *The Harvest Labor Market in California*, Cambridge: Harvard Univ. Press, 1953 ; Fuller, L. V., The Supply of Agricultural Labor as a Factor in the Evolution of Farm Organ-

ization in California, Ph. D. Cissertation, Univ. of California, Berkeley, 1939.

7) GREGOR, H., *Geography of Agriculture, Themes in Research*, Prentice-Hall, 1970, p. 72.
8) たとえば, KOLLMOGAN, W. M., 'Agricultural-Cultural Islands in the South' *Economic Geography* 17, 1941, pp. 409–430 ; KOLLMOGAN, W. M., 'Agricultural-Cultural Islands in the South Part II', *Economic Geography* 19, 1943, pp. 109–117, また Greg Dr, H. 前掲7 pp. 72–76参照.
9) STEWART, N. R., 'Foreign Agricultural Colonization as a Study in Cultural Geography' *Professional Geographer* 15-5, 1963, pp. 1-4.
10) AUGELLI, J. P., 'Cultural and Economic Changes of Bastos, a Japanese Colony on Brazil's Paulista Frontier, *Annals* Association of American Geographers, 48, 1958, pp. 3-19 ; Eidt, R. C., 'Japanese Agricultural Colonization : A New Attempt at Land Opening in Argentina', *Economic Geography* 44, 1968, pp. 1-20 ; STEWART, N. R., Japanese Colonizatiog in Eastern Paraguay, Ph. D. Dissertation, Univ. of California, Los Angels, 1963.
11) IWATA, M., 'The Japanese Immigrants in California Agriculture' *Agricultural History* 36, 1962, pp. 25–37.
12) KITANO, H. H. L., *Japanese Americans, the Evolution of a Subculture*, Prentice-Hall, 1969 ; ICHIHASHI, Y., *Japanese Immigration, its status in California*, Marshall Press, 1915, pp. 21-36 ; ICHIHASHI, Y., *Japanese of the United States* Stanford Univ. Pr., 1932, pp. 160–206.
13) POLI, A. & W. M. ENGSTRAND, 'Japanese Agriculture on the Pacific Coast', *Journal of Public Utilities Economics* 21, 1945, pp. 352-364 ; POLI, A, *Japanese Farm Holdings on the Pacific Coast*, United States Department of Agriculture Bureau of Agricultural Economics, 1944 ; FISHER, L. H. & P. L. NIELSEN, *The Japanese in California*, USDA Bureau of Agricultural Economics, 1942.
14) たとえば, 在米日本人会,『在米日本人史』1940 ; 村井蛟,『在米日本人産業総覧』, 米国産業日報社, 1940 ; 加藤新一,『米国日系人百年史』新日米新聞社, 1961.
15) 加州花卉市場株式会社,『加州日本人花園業発展史』, 1929, pp. 6-9.
16)「スクールボーイ」とは, 渡米後間もない日本人の若者が, アメリカ人家庭に住みこみで家事手伝いをするかわりに, 部屋と食事を与えられ, さらに学校へも通わせてもらうというもの。これは, 金銭を充分に持たずに太平洋を渡った若者が, 住居と教育の機会を得る, 最も手っ取り早い方法だった。これは, 後に日本人奉公人が増加するひとつのきっかけとなった。
17) 1906年のサンフランシスコ大地震の後, 彼は花卉栽培から退き, その後日本に帰国している。
18) 前掲15) 12–17頁。
19) DONDERO, R. S., The Italian Settlement of San Francisco, M. A. Thesis, Univ. of California, Berkeley, 1952, p. 57, and 72.
20) *The Japanese American News*, September 5, 1930.
21) *Croker-Langley SanFrancisco Directory* 1900, p. 1981, San Francisco.
22) California Flower Growers Association. 組合規則は日本語で書かれた。
23) California Flower Market, Inc.
24) San Francisco Flowers Growers Association.
25) 前掲15) 70頁。
26) ブラジル, サンパウロ市のセアザで週2回開かれる花卉市場も, こうしたタイプのひとつである。ここでは, 生産者はマイクロバスで花卉を市場に運び込む。
27) 前掲20.
28) California Flower Market Growers Association.
29) 組合員となるための株式4株の購入には, 100ドルが必要であった。
30) 1934年までは決算報告は日本語で出版されたが, 1940年までにはそれは英語に変わり, 日本語訳がつけられた。
31) Carnation Growers Association
32) California Chrysanthemun Growers Association
33) Redwood City Nurserymen's Association

34) East Bay Flower Growers Association
35) 加州花卉市場株式会社組合員のうち52家族の調査（1920年代中頃）によると，194人の定期的雇用者のうち日本人は135人，白人32人，フィリピン人20人，メキシコ人7人であった。前掲15）p. 163.
36) 前掲11.
37) 詳しくは次を参照，CROSBY, A. W. Jr., *Epidemic and Peace 1918*, Westerport, 1976.
38) 祖父江孝男，『県民性』中央公論社，1971.
39) MIYAMOTO, S. F., 'An Immigrant Community in America', in Conroy, H. & T. S. Miyakawa, (ed.s.) *East Across the Pacific*, Clio Pr. 1972, pp. 231-232.
40) KITANO, H. H. L. 前掲12）p. 21.
41) 次に多かったのは福岡県人で13人，次いで広島県人の6人であった。
42) これらはまた，1910年の California Banking Act の犠牲者でもあった。LIGHT, I. H., *Ethnic Enterprise in America*, Univ. of Californir Pr., 1972, p. 46.
43) これらには次の銀行がある。日本銀行，金門銀行，帝国銀行（サンフランシスコ）；桜府貯蓄銀行，桜府銀行（サクラメント）；王府日本銀行，王府貯蓄銀行（オークランド）；扶桑銀行（バカビル）；フレスノ勧業銀行（フレスノ）.
44) 加州花卉市場株式会社の初期の記録によれば，1913年に横浜正金銀行から1700ドルの融資を受けたが，その後については不明である。
45) 竹田順一『在米広島県人史』，在米広島県人史発行所，1929, p. 118.
46) カリフォルニア農業における Bank of America の役割については，JAMES, M. & B. R. JAMES, *Biography of a Bank, the Story of a Bank of America*, New York : Harper, 1954.
47) *Japanese American Trade Yearbook* 1919-20によれば，南カリフォルニアには150-160の頼母子があり，その取扱い額は毎月300,000ドルに及んだという。
48) 前掲22.
49)「組合規則第2条：本組合ハ組合員ノ出資及ビ積立金ニヨリ相互金融ヲ計リ併セテ金融機関ノ設立ヲ以テ目的トス」.
50) 前掲33.
51) この金融組合の1920年6月から1922年3月までの活動は資料から明らかである。
52) 前掲15）38-39頁.
53) 村井蛟，『在米日本人産業総覧』，米田産業日報社，1940, p. 391.
54) 前掲53.
55) *The San Francisco Chronicle*（日付不名），in 前掲15）pp. 65-68.
56) 次のものが栽培された。coreopsis, maidenhair, asparagus ferns, gaillardias, gypsophilas, marguerites, cornflowers, violet.
57) 前掲55.
58) 在米日本人会，『在米日本人史』，1940, pp. 177-178.
59) 前掲34.
60) 1014 Webster St., Oakland.
61) 前掲15）79-80頁。
62) 社長は V. BOSCHETTO，副社長は柴田善十郎であった。
63) VANCE, J. E. Jr., *Geography and Urban Evolution in the San Francisco Bay Area*, Berkeley. 1964, pp 48-59.
64) 前掲20.
65) HAYASHI, H., A Few Romantic Facts of the Chrysanthemum Industry, Pamphlet, Redwood City, 1930, p. 3.
66) マーケット価格は，ダースが1.25ドルだった。前掲15）p. 215.
67) 前掲33.
68) 前掲32.
69) 1978年1月現在の組合員数は53で，実際に生産を行っている者は44であった。
70) この機会に「キク祭リ」，という歌も作られた。
71) 前掲53）359頁.
72) シカゴからの電報は以下のようであった。「Shipment arrived in fairly good condition. Ship

100 chrysanthemums. Pack well. Wrap each flower with waxed paper.」前掲20.
73) B. ENOMOTO 氏談. Redwood City, California.
74) 前掲53) 412頁.
75) 前掲31.
76) 前掲15) 94-95頁.
77) これらは, San Francisco Wholesale Cut Flower Co., T. Honda & Co., the Domoto Bros., Enomoto & Co., K. Inoue & Co., Western Wholesale Florist.
78) 前掲20.
79) 井上琴治, '花園業者と第二世問題', 加州花卉市場株式会社, 前掲15) pp. 170-172.

(1979年11月27日受理)

地学雑誌 89, 3 (1980)

オーストラリアにおける砂丘の再活動とその気候上の意義について

大 森 博 雄*

Removement of Dunes and its Climatic Significance in Australia

Hiroo OHMORI

Abstract

The sand dunes in Australian continent have beeen classified into two kinds of shapes and origins. The moving dunes, however, are separated into two types of moving patterns and activities.

The first type is called "the regional moving dune". It means a group of dunes which are active only on their crests with weak activity and are spreaded over wide area. Its distribution is limited in the arid zone of the continent. The movement of sand on their crests is presumed not to mean the result of climatic change but to show the equilibrium condition with the present climate of the area. It is not clear, however, whether the active parts on their crests have been changed in magnitude.

The second one is "the local moving dune" which means that one or some dunes are remarkably active in spite that most dunes surrounding them are tightly fixed. Their characteristics are different from those of the regional moving dunes. Namely, the local moving one is active not only on the crest but also on the side and foot, the ground-swells of sand are formed on it and buried woods are scattered on its leeward. These local moving dunes which are occurring mainly both along the marginal belt of the arid zone and in the semi-arid one are observed only in the artificial areas such as pastoral land and agricultural one. It is presumed that the movement of sand on them has started recently, as some of them began their action after the trees on them had been fallen down, though almost all of them were fixed once by being covered with vegetation. It is not clesr, however, whether the movement of dunes has started or not before the artificial action was done in the areas.

It is though that the climate has been so exceeding dry that the dunes which were fixed have had potential mobility in and around the semi-arid zone at least in the southern part of the continent and it is inferred that this potential mobility of some dunes has been actualized by some artificial actions from the facts as follows:

The local moving dunes are distributed mainly along the critical boundary of climatic zones such as the marginal belt of the arid zone and the semi-arid one where it is extremely sensitive to both the effect of climatic change and its reflection on landform and vegetation. They are so remarkably active in movement that they would unlikely be fixed under the present natural condition and there are some dunes which are ready to be started moving among the tightly fixed ones in the area where there has been little action of man.

Further, there needs more researches on the basis of the climatological and geomorphological data of the wider region including New Zealand to make clear which this climatic change toward dryness means the expansion of the interior arid zone or the desiccation of the westerly flowing from west to east along the sourthern part of the continent.

* 東京大学理学部地理学教室 Department of Geography, Faculty of Science, University of Tokyo.

I. はじめに

オーストラリア大陸には広大な乾燥，半乾燥地域が広がっている。これらの地域には，全域的に"縦状砂丘 Longitudinal dune"が分布する（写真1）。一方，マレー・ダーリング盆地 Murray-Darling Basin にみられるような河川の蛇行跡を起源とした湖や，西オーストラリア楯状地 Western Shield の乾燥部にみられる干上がった大河川を起源とする湖の風下側には"弧状砂丘 Lunette"が分布する（写真2）。これらの砂丘は主として最終氷期に形成されたもので（BREMER, 1967 ; GALLOWAY, 1971 ; COSTIN, 1971 ; PELS, 1971 ; BOWLER, 1971 ; MABBUTT, 1971 ; 鈴木, 1977），現在は，多くの場合植生に被覆され，固定している。しかしながら，大陸全体を通して，砂丘の活動状態を検討した研究はな

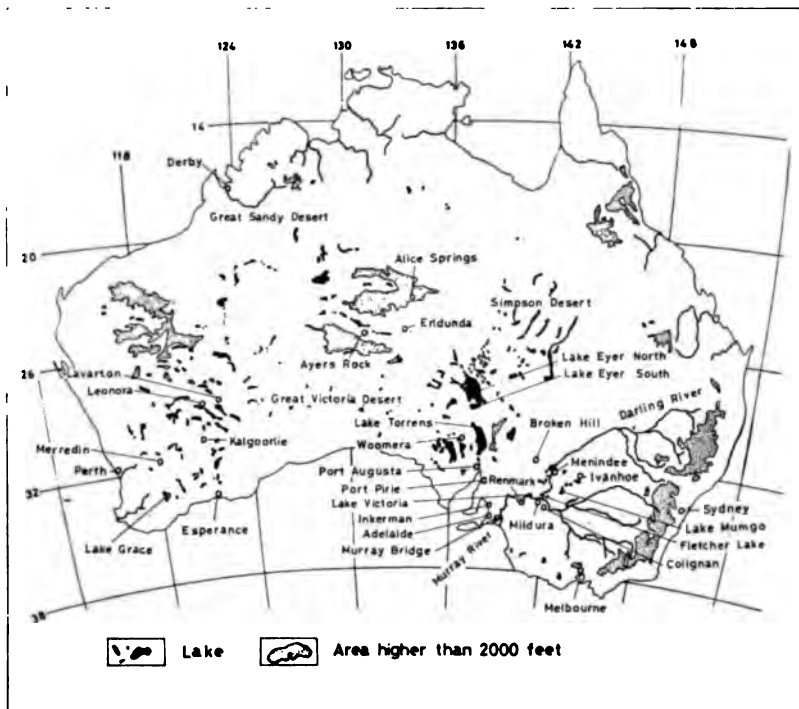
写真 1. The longitudinal dunes in the northwest Great Sandy Desert. Sand is moving only on the crests which are shown as the white parts in photo. The inter-dune lowlands are covered with vegetation.

写真 2. The lunettes and a great number of lakes near Lake Grace. The left half of a lunette shown as a pure white part on the left side of the photo is the active part of 4 m in height, 50 m in width and 150 m in length. Sands are blown off toward leeward into the lake situated on the south, that is, on this side of the lunette.

く，これらの砂丘の一部が，最近再び活動を開始し，森林や牧場，耕地の破壊が起っている。この砂丘の再活動についてもまだほとんど調査されておらず，したがって，この再活動を引き起した原因についてもまだ分かっていない。そこで今回，砂丘の活動状態がどのようになっているか，特に，活動中の砂丘がどのような地域に分布し，どのような特徴をもっているかを検討し，その気候上の意義を考察してみた。

なお，本研究は昭和54年度科学研究費海外学術調査「オーストラリアとニュージーランドにおける最近の気候変動の研究」（代表者・鈴木秀夫）により，鈴木，大森の2名が1979年7～8月（鈴木：7月25日～8月11日，大森：7月25日～9月1日）において行なった予備調査の報告である。調査の主要地域名は第1図に示す。

II. 活動形態による砂丘の分類

オーストラリア大陸の砂丘はその形態および成因によって，前述のように2種類に区分されているが，活動形態にもとづくと，固定砂丘群（Fixed dunes），広域活動砂丘群（Regional moving dunes），および，小地域活動砂丘（群）（Local moving dunes）の3つのタイプに分類できる。

第1図　General map of the localities observed during this researching trip.

(1) 固定砂丘群

写真3に示すように，砂丘の頂部まで植生に覆われ，砂の移動がみられない砂丘を指す。砂丘上の樹木の大きさは，土地利用形態によって異なるが，林地になっている所では樹高3～10m の主としてユーカリ (Eucalypt, 現地ではGum tree と呼ぶことが多い)，アカシア (Acacia) の高木であり，写真3のダービー (Derby) 付近では，バオバブ (Baobab) なども混じる。砂丘間低地では，砂丘上よりも樹高が低いが，樹木および下草の密度が高い場合が多い。下草は一般に Grass と呼ばれる禾本科植物であるが，日本の森林の下草に比べればはるかに粗である。

これらの砂丘の形成期は2期存在し (Bremer, 1967 ; Bowler, 1971)，マレー・ダーリング盆地のマンゴ湖 (Lake Mungo) の孤状砂丘 (the Walls of China と呼ばれている) では，砂丘の形成年代は，30,000～26,000年 B. P. の時期と18,000～16,000年 B. P. の時期とに区分される (Bowler, 1971)。砂丘の形成期以外の時期には，土壌形成が行われている。

(2) 広域活動砂丘群

写真4に示すように，広範囲にわたって，かつ，ほとんどすべての砂丘の頂部だけが活動している砂丘群を指す。砂丘間低地には，比較的大きな (樹高5 m 前後) 大木 (ユーカリが主) が，日本の森林に比べればはるかにまばらではあるが，ほぼ均一に分布し，これらの大木の間を下草が埋めている。この砂丘間低地には，流路跡のみられる部分もあり，その部分は周辺に比べて，植生がより密に繁茂している。

砂の移動がみられる頂部には，低木が散在し，草木もわずかである場合が多いが，砂丘間低地のものより若干小さい高木のみられることもある。また，侵蝕域では，樹木の根元付近を除いて，その周辺が風蝕され，樹木の生えている部分が小さな高まりになっている場合もある。活動部分の砂丘の表面には，風紋がみられるが，後述する小区域活動砂丘にみられる「うねり」はほとんど存在しない。砂は砂丘の長軸方

写真 3. The fixed dunes with vegetation near Derby. Some parts of them have been buried under the alluvial plain of Fitzroy River and the present coastal plain and show that they were formed when the sea level was lower in the last glacial age.

写真 4. The regional moving dunes in the west Great Victoria Desert. The regional moving dunes mean that almost all of the dunes which are spreaded over wide area are active only their crests with weak activity.

写真 5. The crest of a regional moving dune of photo 1. The white parts on the crest show the moving areas with weak activity. It would be called "the giant golden necklace".

写真 6. The local moving dunes near the southern side of Murray River at the south of Mildura. The local moving dunes mean that the one or more of dunes are remarkably active in spite that most dunes surrounding them are tightly fixed.

向に沿って風下側に移動するが，数 m～数百 m おきに，侵蝕域である凹地と堆積域である凸地（いずれも深さ，あるいは高さが 1 m 前後），および，活動の微弱な部分とが数珠状に連なる（写真5）。上記の侵蝕域，堆積域以外での砂の移動はほとんどみられず，したがって，後述の小区域活動砂丘にみられる，砂丘の存在位置が漸移する，「砂丘の移動」という現象はみられない。

(3) 小区域活動砂丘（群）

写真6に示すように，周辺のほとんどすべての砂丘が固定化し，頂部まで植生に被覆されている（固定砂丘群分布域）中で，1列ないし，数列の砂丘だけが，活発に活動している場合をさす。しかしながら，広域活動砂丘群分布域と固定砂丘群分布域との境界にあたる地域の一部では，以下に述べる特徴によって，広域活動砂丘群とは明確に区別される小区域活動砂丘が，広域活動砂丘群分布域中に点在することがある。

小区域活動砂丘の砂の動きは，広域活動砂丘群のそれと比べるときわめて活発であり，砂丘の頂部のみならず，砂丘の両側斜面のふもとまで，砂の移動がみられ，「砂丘全体が活動している」と表現できる。風上側では砂丘が侵蝕（風蝕）され，樹木は根系が露出し，枯死している場合が多い（写真7）が，樹木のまわりだけ風蝕から取り残され，樹木の生えている部分だけが，高さ数十 cm の高まりになっている場合もある。砂丘上には風上側から運搬されてきた未固結の砂層が，風下に向って1～4 m の急斜面をもつ明瞭な「うねり」を形成し，このうねりの部分や砂丘の風下側末端では，既存の樹木や草本が砂の中に埋没している(写真7，8)。砂丘の風上側は風蝕され，風下側では新たな砂丘が形成されるため，砂丘が全体として風下側に漸移する。したがって，「砂丘の移動」が行われていると表現できよう（写真8)。

写真 7. The local moving dune near Inkerman, north of Adelaide. There are many dead trees with exposed roots by wind erosion on the windward and those buried in sand at the leeward.

写真 8. The ground-swells of sand formed on the local moving dune and buried woods scattered at the leeward.

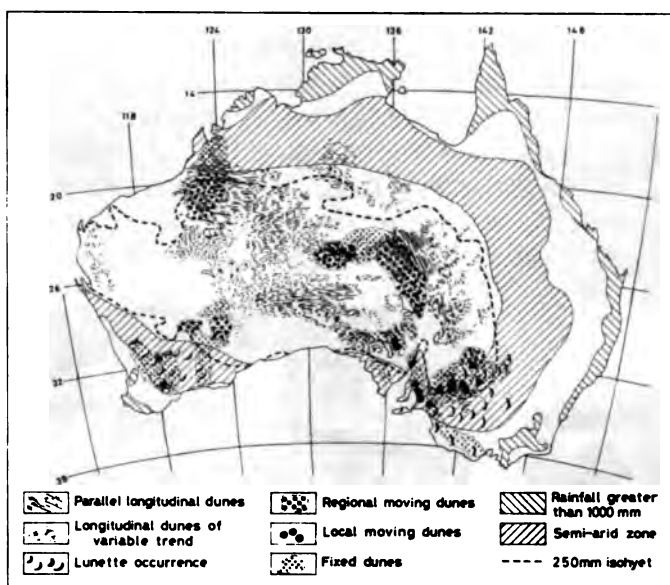
砂丘上に，枯死したり，埋没したり，あるいは風蝕から取り残されて生存している樹木の大きさは，その場のかつての土地利用によって異なるが，周辺の固定砂丘群上にみられるものと同様の状態を示し，大きいものは5 m 前後の樹高である。

小区域活動砂丘群は，周辺が農耕地や牧場になっている場合が多いが，人為の加わった砂丘が総て活動しているという訳ではない。むしろ，量的には，農耕地や牧場でありながら固定砂丘になっている場合の方がはるかに多く，これらの固定砂丘群の中の一部（小区域）だけが，きわめて顕著な活動砂丘となっている。

以上の2つの活動砂丘群のいずれにおいても，現在移動中の砂は，遠方から運ばれてきたものではなく，同一砂丘の風上側が侵蝕され，風下側に運搬されているものである。

III. 活動中の砂丘の分布とその特徴

前節で述べたように，活動砂丘の活動形態は2つの型に分類される。これらの異なった活動形態をもつ砂丘群の境界がどのあたりにあるのか，小型飛行機による空中からの観察と，地上における確認調査にもとづいて，主にオーストラリア大陸南部について検討してみたい。

第2図には，Bowler (1971) の形態別砂丘分布の原図に，カルグーリー (Kalgoorlie) 北方の線状砂丘，エィアーズロック (Ayers Rock) 付近の孤状砂丘および多角形砂丘 (Longitudinal dune of variable trend，写真9)[1] の分布を追加し，その上に，今回の調査で確認された活動形態の異なる砂丘群の分布を示した。すなわち，砂丘の存在する地域において，固定砂丘群，広域活動砂丘群，ならびに，小区域活動砂丘群がどこで確認されたかを示してある。

第2図　Distribution of the moving dunes. The areas circled by dotted points show the fields where dunes are existent and their present states of moving or fixed were confirmed in this trip. The base map of the distribution of dunes (the longitudinal dunes and the lunettes) is the partly modified one from BOWLER (1971) which was drawn on the basis of data from GENTILLI (1948), JENNINGS (1968), and records of Commonwealth Bureau of Meteorology.

(1) 大陸西部

大陸北西部のグレイトサンディー砂漠(Great Sandy Desert) の西部においては，南緯19°前後以南において，写真1に示すような広域活動砂丘群がみられる南緯19°以北からダービーにかけては，写真3に示すように砂丘は固定している。広域活動砂丘群から固定砂丘群への移行は漸移的であるが，漸移帯の幅は20 km 弱である。ダービー付近には牧場が広がっているが，牧草等の管理の行き届いた部分は小区域で，大部分はユーカリやバオバブの林となっている。この地域では小区域活動砂丘は観察されなかった。

大陸南西部の西オーストラリア楯状地には，干あがった旧河川跡にできた湖の南東岸に孤状砂丘が多数みられる（写真2）。この地域に存在する孤状砂丘はほとんどすべてが固定しているが，レイクグレイス (Lake Grace, 写真2) とメリディン (Merredin) 西方の2カ所において，顕著な砂の動きを示す小区域活動砂丘が存在する。

写真 9. The fixed dunes near Ayers Rock. The complex pattern of dunes, a great number of polygons, indicates that they are the compound of longitudinal dunes which were formed at various times under the different wind directions. Relatively high trees grow both on the dune crests and in the inter-dune lowlands.

カルグーリー東方のグレイトビクトリア砂漠 (Great Victoria Desert) 西端部では，写真4に示したような広域活動砂丘群がみられるが，その北方ラバートン (Lavarton) やカルグーリーを東西に走る大陸横断鉄道付近では固定している。

カルグーリーから南の海岸都市エスペランス (Esperance) にかけては，湖沼群が多数分布する。この地域の孤状砂丘は高さが小さく，砂丘の存在そのものが不明瞭な場合が多いが，活動中のものは観察されなかった。

(2) 大陸中南部

アリススプリングス (Alice Springs) の南東に広がるシンプソン砂漠 (Simpson Desert) では，砂漠の北

部から，北エィアー湖 (Lake Eyer・North) の南岸にかけて，広域活動砂丘群が分布する。シンプソン砂漠の北端部からアリススプリングスにかけては砂丘は固定し，頂部まで植生に覆われている。また，北エィアー湖の南方でも砂丘は固定している。しかしながら，トレンズ湖 (Lake Torrens) の西方ウーメラ (Woomera) から南，ポートオーガスタ (Port Augusta)，ポートピリエ (Port Pirie)，アデレード (Adelaide) にかけては，小区域活動砂丘が断続的に観察される。

エィアーズロックからエルヅンダ (Erldunda) にかけての地域では，多角形砂丘が広く分布する（写真9）が，活動形態別にみると，固定砂丘群と広域活動砂丘群とがモザイク状に分布し，これらの砂丘群の中に，砂丘全体が顕著に活動している小区域活動砂丘が点在する。すなわち，固定砂丘群と広域活動砂丘群との境界は比較的明瞭であるが，小区域活動砂丘群は両者にまたがって分布している。特に，エィアーズロックからエルヅンダにかけて，ほぼ東西に伸びる湖沼群の周辺では，小区域活動砂丘が多数存在する。

(3) 大陸東南部

マレー・ダーリング盆地の広大な沖積平野には，全面的に線状砂丘が分布するが，マレー川やダーリング川の蛇行跡や旧流路跡を起源とする湖沼群の周辺には，多数の孤状砂丘が存在する。

ブロークンヒル (Broken Hill) 東方，メニンディ (Menindee) 北方のダーリング川の沖積平野では，広域活動砂丘群が観察されるが，メニンディ付近の湖沼群周辺では，広域活動砂丘群の中に，動きのきわめて活発な小区域活動砂丘群が分布する。メニンディ以南には広域活動砂丘群はみられず，固定砂丘群が広がっているが（写真10），マンゴ湖の孤状砂丘（写真11）やミルデュラ(Mildura)からレンマーク (Ren-

写真 10. The fixed longitudinal dunes on the northern side of Murray River where there are seen little artificial actions.

写真 11. A lunette on the eastern bank of Lake Mungo shown as a dry lake in the left side of the lunette. This lunette, called "the Walls of China", is remarkably active at present.

mark) にかけてのマレー川沖積地の線状砂丘や孤状砂丘の中には，顕著な活動を示す小区域活動砂丘群が多数みられる（写真6）。

一方，アイバンホー (Ivanhoe) 以東では，頂部まで植生に覆われた固定砂丘群が広がり，広域活動砂丘群はもちろん，小区域活動砂丘も観察されなかった。

小区域活動砂丘群はマレー川に沿って，マレーブリッジ (Murray Bridge) の南方数 km 付近まで観察されるが，それ以南に存在する砂丘は植生に厚く覆われ，固定している。

以上をまとめると，固定砂丘群，広域活動砂丘群，小区域活動砂丘群の分布は，以下のような特徴をもつ。

広域活動砂丘群の分布域と固定砂丘群の分布域との境界は，比較的明確な線（帯）として表現される。

広域活動砂丘群分布域中に小区域活動砂丘群が存在することは少ないが，存在する場合には，小区域活

動砂丘群の分布域は広域活動砂丘群分布域の縁辺部に限られている。また，小区域活動砂丘群が固定砂丘群分布域中において占める位置は，内陸側のより乾燥した部分に限られ，大陸南東部のより湿潤な地域には存在しない。

固定砂丘群は，大陸縁辺部の湿潤な地域のみならず，大陸内部の乾燥した地域にも分布するが，広域活動砂丘群の分布は大陸内部の乾燥した地域に限られる。

小区域活動砂丘が多数みられるのは大陸南部においてであるが，この地域における，活動形態別の砂丘群の分布は，内陸から海岸に向って，広域活動砂丘群分布域，小区域活動砂丘群・固定砂丘群の混合した分布域，固定砂丘群分布域という明瞭な帯状配列を示す。

IV. 砂丘の再活動とその気候上の意義

(1) 広域活動砂丘群の活動について

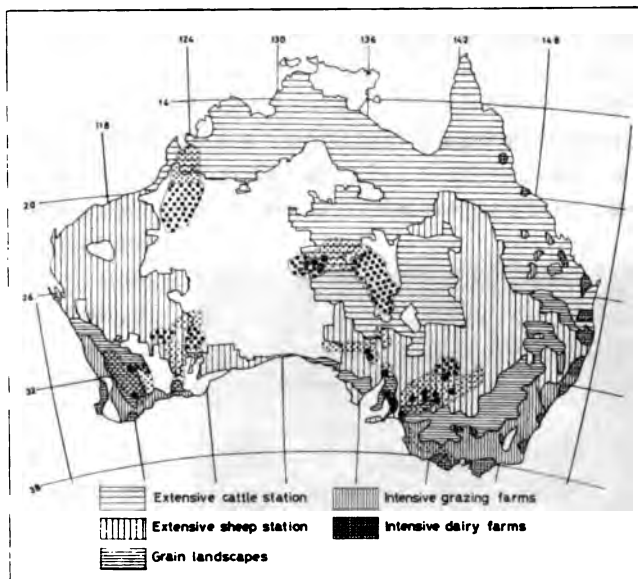
オーストラリア大陸の砂丘は，氷期に形成され，現在は固定していると言われている。この場合，本稿で分類した広域活動砂丘群も「固定した砂丘」の範疇に含まれていると理解される。広域活動砂丘群の活動は頂部に限られ，砂丘の両側斜面はほとんど固定し，砂丘形成期である氷期の活動に比べれば，はるかに微弱な活動であると判断されるのはもとより，「砂丘の移動」現象もみられないことから，「固定した砂丘」と表現しても誤りではないと思われる。しかしながら，頂部における活動が，比較的近い過去に発生した「再活動」であるかどうかについては，これまで何らの検討も行われていない。すなわち，広域活動砂丘群は，かつて，頂部まで含めて，砂丘全体が固定されたことがあり，それが何らかの原因で再び活動を開始したのか，それとも，砂丘が形成されて以降，頂部まで固定化が進行する過程の末期の状態を示しているのか，あるいはまた，ここ数十年ないし数百年間は，現在みられるのとほぼ同様の活動状態が継続していた（現在の砂丘の活動状態は，現今の気候条件に対応した平衡状態を示している）のかということに関しては，未だ検討されていない。また，頂部での活動部分の拡大・縮小の歴史的変化についても，資料はほとんど得られていない。

広域活動砂丘群においては，砂丘の頂部から砂丘間低地に向って，植生による被覆度は大きくなり，また，樹幹の太さや樹高も大きくなる。このような植生景観は，大陸の各地に存在する広域活動砂丘群に共通してみられ，地域間の差異はほとんどみられない。すなわち，固定砂丘群においてみられるような，砂丘の頂部の樹高が砂丘間低地のそれと同じか，あるいは，それよりも大きいといった現象はみられず，また，小区域活動砂丘群にみられるような，活動部分に，かつてその場を被覆していた高木の樹木群の枯死した形跡もみられない。以上の植生景観は，広域活動砂丘群の活動部分が「再活動」ではないことを示唆している。

一方，広域活動砂丘群の頂部においても，一たん草本，樹木に被覆されながら，その部分が現在は侵蝕域になっている場合が存在する。すなわち，頂部における侵蝕域，堆積域，および，微弱な活動域の位置は，局地的には移動していることを示し，「固定化の過程」が一方向へのみ進行しているのではないことがわかる。このような現象は，大きな意味での，「砂丘の固定化」の過程においても生じ得る現象と考えられるが，少なくとも過去数十年間程は，現在みられるのと同様の活動状態が継続していたものと推察される。また，広域活動砂丘群分布域においては，砂丘間低地においてでさえ，固定砂丘群に比べれば，樹木や草本の密度ははるかに小さく，現在みられるような乾燥した気候条件の下では，長時間（例えば，数十年～数百年）経たとしても，頂部まで固定化されるということはないように思われる。したがって，広域活動砂丘群に現在みられる活動は，現今の気候条件に対応した平衡状態を示すものであり，広域活動砂丘群分布域では，少なくとも過去数十年間は，砂丘の活動形態が大きく変化させられるような気候変化はなかったものと推察される。

(2) 砂丘の再活動と気候の乾燥化

小区域活動砂丘群の大部分が，かつて林に覆われ，固定していたことは，砂丘上に残された，風蝕のために枯死した高木の樹木群あるいは生存している，周辺の固定砂丘群上にみられるのと同様の大きさの樹木群の存在，および，住民からの私信により明らかであり，写真2に示したレイクグレイスにおけるように，森林を伐採した跡地の一部が活動を開始したものもある。しかしながら，小区域活動砂丘群が何時頃から活動を開始したのか，特に，人為の加わる以前に，再活動を開始した砂丘が存在するかどうかについては，今後の検討課題である。

小区域活動砂丘群と土地利用との関係をみてみると（第3図），小区域活動砂丘群は牧場，ないし，畑地等人為の加わった地域内[2]に限られており，砂丘の再活動に人為的要素（樹木の伐採や羊等の食禍（over-grazing）など）が強く影響していることを示唆している。上記のレイクグレイスにおける森林の伐採後の再活動はもとより，砂丘および砂丘間低地を含めて広がる青々とした小麦畑（草丈10cm 前後の状態）や牧草地において，砂丘の存在する部分の表層の砂が活動し，小麦や牧草を埋没させたため，白色に変化した部分が帯状に何列もみられることがあるが，これらは，人為によって，砂丘の再活動が起り得ることを示しているといえよう。しかしながら，小区域活動砂丘群の存在する周辺の土地利用は，牧場，畑地（小麦畑），果樹園（ブドウ，カンキツ類）等きわめて多様であり，その多くは固定砂丘となっており，小区域活動砂丘群の分布が，広域的にみても（大陸の西南部，中南部，東南部といった地域間でみても），また，局地的にみても（例えば，マレー・ダーリング盆地内だけでみても），特定の土地利用と関係するという事実はみられない。すなわち，人為の加わる度合と砂丘の活動の度合とは1：1に対応するものではないと判断される[3]。小区域活動砂丘群は，分布だけからみると，広大な耕作地の中に，無作為的に分布し，しかも，その活動はきわめて活発で，周辺の固定砂丘群と顕著な対照を示している。

第3図　Australian land use in 1970 from HEATHCOTE (1975) drawn after Australia (1973). The legend of dotted areas is the same in Fig. 2.

一方，第2図をみると，小区域活動砂丘群は半乾燥地帯内，ないし，乾燥地帯縁辺部，および，両地帯の境界付近に分布している。この乾燥地帯の縁辺部や半乾燥地帯は，その外側の湿潤地帯や乾燥地帯の内陸側地域に比べ，数年オーダーではもちろん，数十年，あるいは，数百年オーダーでも，降水量と蒸発量の均衡がきわめて不安定な地帯である。すなわち，湿潤と乾燥との交替が頻繁に繰り返えされ，しかも，その周期は不確定である。したがって，砂丘が固定され，植生が繁茂しているといっても，それはきわめて不安定な状態での固定であり，繁茂であると判断される[4]。さらに，この地帯は気候の変化（大陸規模では，「気候帯の移動」としてとらえられよう）が起った場合，降水量や蒸発量の増減の変化率（増加率や減少率）が大きく，気候変化の現象が最も顕著に現われやすい地帯である。そして，この降水量や蒸発量の変化率の大きいことは，植生の生育条件（繁茂の状態）に大きな影響を及ぼすことになり，さらには，

砂丘の活動形態にも大きな影響を及ぼすものと判断される。すなわち，小区域活動砂丘群は，気候変化そのものが最も顕著に現われやすく，かつ，地形や植生へのその反映が最も容易に出現しやすい「Critical boundary (zone)」に特有の現象として存在していると言えよう。

内陸のより乾燥している地域において，かつ，ほぼ同様の土地利用形態のみられる地域において，顕著な小区域活動砂丘群が必らずしも多数（高い密度で）みられる訳でないこと，および，上記の検討から，砂丘の再活動が単に人為によるものだけでなく，また，「乾燥している」という気候条件の下にあるというだけのものでもないことが解かる。砂丘の再活動が「Critical boundary」に特有の現象であるということは，その地帯に最も現象しやすい気候の変化，特にこの場合には，気候の乾燥化が起ったことを示唆している。

事実，小区域活動砂丘群の活動はきわめて活発で，周辺植生を埋没させつつ，風下側に移動している。かって自然状態で固定していた砂丘は，もはや自然状態では固定化が困難な状態にあると判断される。さらに，マレー川北岸のほとんど人為の加わっていない地域において，広大な固定砂丘群(写真9）の中に，乾燥し，わずかに活動を開始している砂丘群がパッチ状に存在する（写真12)[5]。樹木の密度は周辺の固定砂丘とほぼ同じであるが，頂部はもちろん，両側斜面も含めて，砂丘全体の下草がほとんどなくなっている。砂の動きはきわめて不活発であるが，広域活動砂丘群の頂部だけが活動している状態とは異なり，頂部から両側斜面を含めた砂丘全体の表層に，小規模な砂の吹きだまりや風紋がみられ，砂丘全体がわずかに動きだしている。すなわち，これらの砂丘群は，自然状態においても，この地域が乾燥して来ていることを示していると言えよう。

写真 12. The fixed dunes showing the beginning of mobilization of sand are scattered among the tightly fixed dunes on the northern side of Murray River. Sand is moving slowly as a whole on some dunes.

今回の調査では，小区域活動砂丘群中に，「人為の加わったために再活動を開始した」砂丘が存在することは確認できたが，「人為が加わらなくても再活動を開始した小区域活動砂丘」が存在するかどうかは確認できなかった。しかしながら，人家および道路から数十km 以上も離れ，広大な面積にわたって広がる自然植生（固定砂丘群を覆う森林）の中に，動きは不活発ではあるが，小区域活動砂丘の「直前」と推察される固定砂丘が点在することからは，「人為の加わらない小区域活動砂丘」も存在するものと推察される[6]。

以上のことから，少なくともオーストラリア大陸南部の半乾燥地帯周辺では，気候の乾燥化が起り，それまで固定していた砂丘群の一部は動き得る状態になってきていること，そして，このように潜在的可動性を持った砂丘群に，人為による再活動の誘因が加わると，砂丘の再活動が顕在化し得ること，さらに，自然状態のままでは，再活動した砂丘の活動は活発化し，固定化は困難な状況になっていると考える。

なお，砂丘の再活動が，どうして分布上，局地的にしか活動しない「小区域活動砂丘」という活動形態をとるのかという問題は，今後の課題である[7]。

V. ま と め

オーストラリア大陸の砂丘は，活動形態にもとづくと，固定砂丘群，広域活動砂丘群，および，小区域活動砂丘（群）に分類される。これらの砂丘の活動形態および分布上の特徴を検討した結果，後2者の活動砂丘と気候との関係は以下のように推察される。

広域活動砂丘群は，広範囲にわたって，かつ，ほとんどすべての砂丘の頂部だけが活動している砂丘群

で，大陸の中で，最も乾燥している地域にみられる。植生の分布状態をも考慮すると，この砂丘群の頂部の活動は，その地域の気候条件に対応した平衡状態を示すものと推察され，「気候変化が起った結果，活動が再開した」ものとは思われない。

小区域活動砂丘（群）は，固定砂丘群分布域の中で，1列ないし数列の砂丘だけが活発な活動をしている砂丘（群）で，広域活動砂丘群とは異なり，頂部はもちろん，砂丘の両側斜面を含めて，砂丘全体が活動し，かつ，「うねり」や埋没樹木の存在など，砂の移動量がきわめて大きいことを示している。小区域活動砂丘（群）は乾燥地帯の縁辺部，および，半乾燥地帯内に分布し，かつ，広域的にみた場合，牧場，畑地など人為の加わった地域内にのみ存在する。この砂丘（群）の大部分は，かつては固定し，植生に覆われていたが，それが再び活動を開始したもので，樹木の伐採後，その跡地の一部が再活動したものもある。

小区域活動砂丘（群）の分布が乾燥地帯縁辺部および半乾燥地帯内という，気候変化そのもの，および，地形や植生に対するその影響が，最も容易に，かつ，顕著に現われやすい「Critical boundary」に卓越していること，小区域活動砂丘群の活動がきわめて活発で，自然状態では，もはや固定化が困難になっていること，さらに，人為のほとんど加わっていない地域において，活動開始直前に相当すると思われる「わずかに活動を開始した固定砂丘」が観察されること等から，少なくともオーストラリア大陸南部の半乾燥地帯付近では，気候の乾燥化が起ったものと推察される。すなわち，この気候の乾燥化により，固定砂丘群の一部は潜在的可動性をもつようになったこと，この状態の砂丘（群）に，人為による再活動の誘因が加わると，砂丘の再活動が顕在化し得ること，さらに，再活動した砂丘は，自然状態では固定化が困難な状況になっていると考える。

なお，広域活動砂丘群は最終氷期に形成されて以降，固定されたことは1度もなかったかどうか，頂部の活動部分の拡大・縮小はなかったかどうか，小区域活動砂丘（群）の再活動は何時頃まで逆のぼれるか，特に，人為の加わる以前から再活動が起っていたかどうか，さらに，砂丘の再活動がどうして，「小区域活動砂丘」という局地的に発生する活動形態をとるのかといった問題は今後の重要な研究課題である。

また，小区域活動砂丘（群）が示す気候の乾燥化が，大陸内部の乾燥域の拡大を意味するものであるか，あるいは，大陸南部を西から東に横切る偏西風の乾燥化を意味するものであるのかについては，気候資料を加え，ニュージーランドをも含めた，より広域的な検討が必要である。

謝辞：本稿作成にあたり，御教示いただいた本研究代表者・東京大学鈴木秀夫助教授，有益な助言を与えられたオーストラリア，ニューサウスウェールズ大学 J. A. MABBUTT 教授，東京大学佐藤　久教授にお礼申し上げる。

〔注〕

1) 線状砂丘の変形したもの（風向の異なった時期のものが重なっていることが明らかにされている場所もある。BREMER, 1967）であるが，線状砂丘が格子模様を描き，各格子が六角形から円に近い形をしているので，多角形砂丘と呼ぶ。
2) 第3図の人為の加わった地域（白抜きの地域を除いた地域）は隅なく人為が加わっているかというとそうではなく，これらの地域内にも，ほとんど人手の加わっていない所が小地域として散在している。
3) 人手が加わり過ぎると，砂丘の活動は，“現象”としては捨象されてしまうことがある。しかしながら，オーストラリア大陸の南東部，および南西部の農業地帯においても，砂丘の原形をも失なわせてしまう程人為の加わった耕作地はほとんど見られない。
4) もちろん，乾燥地帯内部も，植生と気候との均衡は不安定である。しかしながら，この場合は，乾燥に耐え得る形での均衡であり，特に乾燥の厳しい地域では，広域活動砂丘群に示されるような，植生の部分的欠除という形で気候条件に対応していると考える。
5) 風上側での風蝕地形，および，風下側での堆積地形（「うねり」や樹木の埋没など）が明瞭なも

ののみ小区域活動砂丘としたので，これらの砂丘群は固定砂丘群に分類した。

6)「小区域活動砂丘」になってしまうと，砂丘上の植生の破壊が進むため，景観だけから，「人為が加わったかどうか」を判断することは困難である。むしろ，前述したように，「人為が加わったかどうか」を景観で判断する場合には，砂丘上の植生の保存が良い，小区域活動砂丘になる「直前」の状態と推察される「動きの不活発な固定砂丘」の方が適している。

7) 個々の砂丘によって，砂丘の長さ，幅，高さ等の形態が異なり，また，河川や湖からの距離，高さも異なる。さらに，植生による被覆度，構成砂層の粒径等も異なっている（特に，線状砂丘は砂層が卓越するのに対して，弧状砂丘はシルト等が卓越することが知られている)。それ故，個々の砂丘の土壌水分や砂丘周辺の地下水分布などの水分条件等も局地的に差異があるものと推察される。したがって，ある砂丘は，人為によるわずかの乾燥化によっても「固定されている水分条件の限界」が破られ，再活動を開始するのに対して，他の砂丘は相変らず「固定されている要件」を満しているといった，個々の砂丘の水分条件等の属性が反映するために，「小区域活動砂丘」という活動形態で再活動が起ると推察される。しかしながら，今回の調査では，「小区域活動砂丘」の小地形的特徴や植生による被覆度の違いといった資料は得られなかった。

引用文献

Australia (1973) : Land use map in Atlas of Australian Resource. Department of National Development, Canberra, 2 nd series.

BOWLER, J. M. (1971) : Pleistocene salinities and climatic change: Evidence from lakes and lunettes in southeastern Australia. MULVANEY, *D. J. and* GOLSON, J. *eds: Aboriginal man and environment in Australia, Australian National University Press, Canberra,* 47-65.

BREMER, H. (1967) : Zur Morphologie von Zentralaustralien. *Heidelberger Geographische Arbeiten, Heft* 17, 224 S.

COSTIN, A. B. (1971) : Vegitation, soils, and climate in late Quaternary southeastern Australia. MULVANEY, *D. J. and* GOLSON, *J. eds: Aboriginal man and environment in Australia, Australian National University Press, Canberra,* 26-46.

GALLOWAY, R. W. (1971) : Evidence for late Quaternary climate. MULVANEY, *D. J. and* GOLSON, *J. eds: Aboriginal man and environment in Australia, Australian National University Press, Canberra,* 14-25.

GENTILLI, J. (1948) : Two climatic systems applied to Australia. *Aust. Jour. Sci.*, **11**, 13-16.

HEATHCOTE, R. L. (1975) : *Australia*. Longman, London and New York, 246 p.

JENNINGS, J. N. (1968) : A revised map of the desert dunes of Australia. *Aust. Geogr.*, **10**, 408-409.

MABBUTT, J. A. (1971) : The Australian arid zone as a prehistoric environment. MULVANEY, *D. J. and* GOLSON, *J. eds: Aboriginal man and environment in Australia, Australian National University Press, Canberra,* 66-79.

PELS, S. (1971) : River systems and climatic changes in southeastern Australia. MULVANEY, *D. J. and* GOLSON, *J. eds: Aboriginal man and environment, in Australia, Australian National University Press, Canberra,* 38-46.

鈴木秀夫 (1977) : 氷河期の気候，古今書院，東京，177 p.

(1979年12月4日受理)

地学雑誌 89, 3 (1980)

中部太平洋における白亜紀の火成活動

徳 山 英 一*

Cretaceous Volcanism in the Central Pacific Ocean

Hidekazu TOKUYAMA

Abstract

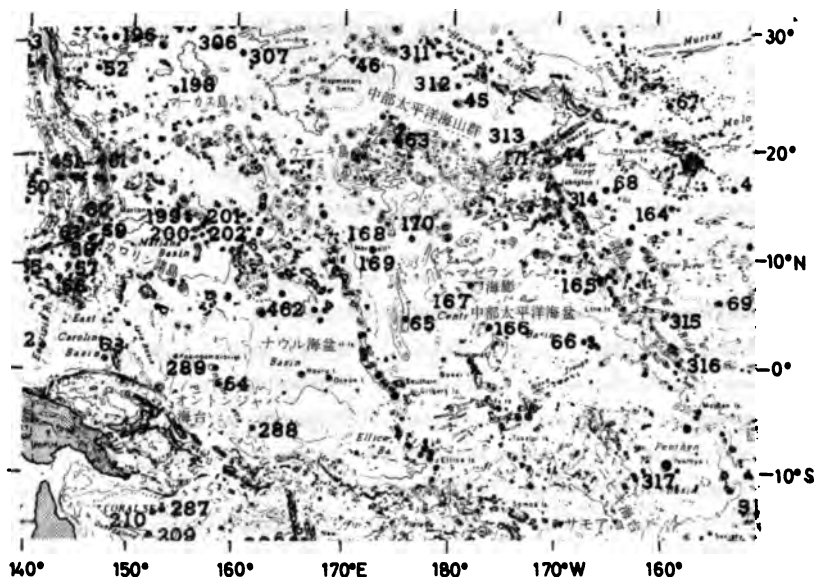
Cretaceous volcanic rocks have been collected from seamounts, linear islands chains, oceanic plateaus such as Manihiki Plateau and Ontong Java Plateau, and various types of deep-seated intrusions which are distributed in the central Pacific Ocean. They may be classified into two types; 1) ocean island tholeiites, alkalic basalts and their differenciated rocks such as hawaiite, mugearite and trachyte, and potassic nephelinites; 2) ocean plateau tholeiites. Volcanic rocks of the first named type are found at seamounts, linear islands chains, and small sized deep-seated intrusions emplaced during the late Cretaceous (Campanian to Coniacian). While rocks of the latter type are found at oceanic plateaus and large sized deep-seated intrusions emplaced during the early Cretaceous (Barremian to Hauterivian and/or Valanginian). The age span of the ocean plateau tholeiite might continue to some extent until middle Cretaceous. Each volcanic suite is characterized by approximately the same duration of magma generation and by a regional distribution of volcanic activity.

Ocean island tholeiites are chemically intermediate between Hawaiian tholeiites and Hawaiian alkalic basalts (typical hot-spot type in the Pacific Ocean). Potassic nephelinites are characterized by containing amphiboles and biotites as xenocrysts and phenocrysts but never containing tectonized xenolithic peridotites. Moreover, compared to Hawaiian post-erosional lavas the potassic nephelinites have higher Al_2O_3 content and K_2O/Na_2O ratio. Also there are no garnets and pyroxenes enriched in Ca-Tshermak or jadeite molecule which are stable under high pressure. Therefore the potassic nephelinites might be generated at shallower depth than Hawaiian posterosional lavas.

Ocean plateau tholeiites are chemically distinguished from ocean ridge tholeiites (typical abyssal tholeiites) by their higher FeO^*/MgO ratio and lower TiO_2 content and by being quartz-and strongly hyperthene-normative. From these evidences, the basaltic liquids of the ocean plateau tholeiites might be generated at shallower depth (<5 Kbar) than ocean ridge tholeiites. While, it is different from the Hawaiian tholeiites of typical hot-spot type with lower K_2O and TiO_2 content. Consequently these two volcanic suites erupted during the Cretaceous are different from ocean ridge volcanics and also from Hawaiian hot-spot volcanics.

* 東京大学海洋研究所 Ocean Research Institute, University of Tokyo

I. はじめに

中部太平洋の海洋底，線状諸島列，深海海台，大小の深海底貫入岩体，および海山を構成する火成岩の研究は，近年グローマー・チャレンジャー号による掘削により，従来のドレッヂのみに頼る岩石採取の時代にくらべ，飛躍的に進んだ（DSDP* 第6，7，8，9，17，30，32，33節，IPOD** 第61，62節）（第1図）。

第1図 中部太平洋における DSDP の掘削地点（第64節まで）Scripps Institution of Oceanography（1979）より

それらの結果によると，中部太平洋ではカンパニアン世前期よりコニアシアン世にかけて，線状諸島列，海山，そして小規模の深海底貫入岩体などを形成した火成活動が広範囲に認められる。それらの岩石は，アルカリ玄武岩とその分化物，超アルカリ岩，そして海洋島ソレイアイト（JACKSON, BARGAR, et al., 1976）で構成される。

一方マニヒキ海台（Manihiki Plateau），オントンジャバ海台（Ontong Java Plateau），そしてナウル海盆（Nauru Basin）においては，バレミアン世からヴァランギニアン世にかけて，大量の玄武岩が噴出及び貫入している。これら2つの深海海台，およびナウル海盆から採取された火成岩の化学組成は非常に類似しており，かつ典型的な深海性ソレイアイトとは明瞭に区別されるソレイアイト質玄武岩である。

本報では，これら典型的な深海性ソレイアイトと異なる岩石で特徴づけられる火成活動を，プレート内火成活動（intraplate volcanism）と呼び，この白亜紀の中部太平洋における火成活動の性質・成因を考えてみる。

II. 掘削及びドレッヂで得られた岩石

これまでに中部太平洋の多数の地点から DSDP および IPOD による掘削（第1図），およびドレッヂ

* 深海掘削計画
** 国際深海掘削計画

により，多数の火成岩が採取されている。ここで述べる中部太平洋とは，東はライン諸島列（Line islands Ridge）の東翼から，西はナウル海盆，北は中部太平洋海山群（Mid-Pacific Mountains）から，南はマニヒキ海台にいたる海域をさす。

ところで，この海域から得られた火成岩は海嶺火成活動型と，プレート内火成活動型とに大別される。海嶺火成活動とは深海性ソレイアイトで特徴づけられ，典型的な海洋地殻を形成する火成活動である。一方，プレート内火成活動は，典型的な深海性ソレイアイトとは異なる化学組成を持ち，海嶺での海洋地殻の形成後に，海洋プレート内でみられる火成活動である。

(1) 海嶺火成活動

典型的な深海性ソレイアイトは Site 164，と166で得られている。これらの火成岩の分析値を第1表に示す。

第1表

ANL,NO	1	2	3	4
SAMPLE	164	164	166	166
NO,	28-1	28-6	29-2	29-3
SIO2	46,61	47,76	49,24	47,86
TIO2	1,31	1,43	2,28	2,23
AL2O3	15,38	15,54	13,90	13,59
FE2O3	5,82	5,41	3,44	6,33
FEO	3,99	4,15	5,60	6,04
MNO	0,16	0,18	0,17	0,23
MGO	6,02	6,35	6,84	5,73
CAO	12,50	11,73	10,60	10,08
NA2O	3,24	3,49	3,82	3,45
K2O	0,52	0,48	0,40	0,77
P2O5	0,12	0,13	0,20	0,20
H2O+	1,01	0,55	0,65	0,90
H2O-	1,68	2,01	1,84	1,50
TOTAL	98,36	99,21	98,98	98,91
CIPW NORM				
Q	0,0	0,0	0,0	0,45
OR	3,21	2,93	2,45	4,71
AB	25,26	29,04	33,50	30,25
AN	27,06	26,20	20,31	20,02
NE	1,84	0,82	0,0	0,0
WO	15,42	13,83	13,71	12,71
EN	12,90	11,34	10,05	9,64
FS	0,56	0,81	2,36	1,76
EN	0,0	0,0	2,23	5,14
FS	0,0	0,0	0,52	0,94
FO	1,94	3,52	3,76	0,0
FA	0,09	0,28	0,97	0,0
MT	8,82	8,12	5,17	9,51
IL	2,60	2,81	4,49	4,39
AP	0,29	0,31	0,48	0,48

中部太平洋から採取された深海性ソレイアイトの化学分析値
試料番号1～4；XRF 法による定量
（BASS, MOBERLY, et al., 1973）

Site 164. ライン諸島列の東方，およびクラリオン断裂帯（Clarion Fracture Zone）の西の延長上に位置しており，アルビアン世からパレミアン世の褐色泥の下部から，急冷周縁相を持つ枕状玄武岩が採取された（WINTERER, EWING, et al., 1973）。この玄武岩は斑晶として斜長石を，また，わずかであるがカンラン石を持ち，石基は斜長石，輝石，不透明鉱物及びガラスより構成される。Ba と R-E-E のパターンからは，深海性ソレイアイトと比較して，軽い元素でやや減少の傾向があるが，全体的には深海性ソレイアイトと類似している（BASS, MOBERLY, et al., 1973）。

一方，セノマニアン世の堆積物の下位に，ガラスを含むゼオライト化した泥岩層が認められることから，この時期に周辺海域（おそらくライン諸島列）での火成活動が推測される。

Site 166. 中部太平洋海盆（Central Pacific Bacin）の赤道付近，中生代の磁気異常では M-7 と M-8（第2，第3図）の中間に位置しており，アルビアン世前期からオーテリビアン世後期の泥岩の下位から，急冷周縁相と内部結晶相を持つ，枕状玄武岩が採取された（WINTERER, EWING, et al., 1973）。急冷周縁相は，斜長石とカンラン石の斑晶（一部微斑晶），輝石の急冷結晶（quench crystal），および変質をうけたガラスより構成される。一方内部結晶相は，斜長石，カンラン石，Ca に富む普通輝石（subcalcic augite），及び不透明鉱物より構成される。その主成分化学組成，および Ba と R-E-E のパターンから，この玄武岩は深海性ソレイアイトと考えられている（BASS, MOBERLY, et al.. 1973）。

ところで Site 164と同様に，セノマニアン世からアルビアン世後期にかけて火山灰に富む地層が認められることから，やはりこの時期に周辺海域での火成動活が推測される。

(2) プレート内火成活動

この種の火成活動は次の地域より，みつかっている。

a.）ライン諸島列

b.）中部太平洋海山群

第2図　中部太平洋における中生代の地磁気縞状異常（LARSON 1976）

第3図　地磁気縞状異常の番号とその対応する絶体年代（LARSON & PITMAN Ⅲ 1972）

c.）中部太平洋海盆（海山，海膨，深海底貫入岩体）

d.）マニヒキ海台，オントンジャバ海台

e.）ナウル海盆

これらの地域より得られた火成岩の分析値を第2，第3表に示す。

a.）ライン諸島列

DSDP 第17，33節（第1図）およびドレッヂにより，ライン諸島列の北端から南端にわたり，多数の地点で火成岩が採取されている。

Site 165. ライン諸島列の西翼に位置しており，この地点より溶岩流と貫入岩が採取された。溶岩流は上位に位置し，火山性堆積物と互層して産出する。一方貫入岩は下位に位置し，その直上の火山性堆積物を熱変成している（WINTERER, EWING, et al., 1973）。両者ともノルムで霞石を持ち，その構成鉱物は，斜長石，カリ長石，チタン輝石，ケルスート閃石，チタン鉄鉱，チタン磁鉄鉱，およびリン灰石である（BASS, MOBERLY, et al., 1973）。ケルスート閃石は，グロメロクリストや捕獲岩中に，あるいは輝石の周囲をとり巻くような産状を示す。両火成岩の主成分化学組成は，分化したアルカリ岩，つまりハワイ岩(hawaiite)，あるいはミュージアライト（mugearite）に類似しているが，それらに比べ SiO_2 及び Al_2O_3 に欠乏している。もし MgO が変質により溶解したとすれば，ベイサナイト（basanite）あるいはベイサニトイド（basanitoid）とも考えられる。このことは Ba や Sr の含有量が多いことからも支持される(BASS, MOBERLY, et al., 1973)。一方，ケルスート閃石を含む点では，ライン諸島列からドレッヂされたポタッシックーネフェリナイト（potassic nephelinite）に類似する（NATLAND, 1976）。

この火成岩の年代は，超微化石により，75～85 Ma とされ（WINTERER, EWING, et al., 1973），磁気異常から推定される地殻の年代にくらべ極めて新しい。従って，この火成活動はライン諸島列の形成に関連する活動であり，深海性ソレイアイトは採取された火成岩の下部に存在するものと考えられる。

Site 315 A. ライン諸島列のファニング島 (Fanning Island) 東方に位置しており，サントニアン世の火山性起源の砂岩を含む堆積物の下位より，6枚の溶岩流よりなる，かなり変質した玄武岩が採取された (SCHLANGER, JACKSON, et al., 1976)。その玄武岩は斜長石，チタン鉄鉱，磁鉄鉱，そしてガラスより構成されている。主成分及び微量元素の分析値は，ハワイ型ソレイアイト (Hawaiian tholeiite) とアルカリ玄武岩の中間の組成を持つ海洋島ソレイアイト (ocean island tholeiite) と類似している (JACKSON and SCHLANGER, 1976)。

この火成岩の同位体年代は85～92 Ma (LAMPHERE,, and DALRYMPLE, 1976) であり，Site 165と極めて似た年代を示す。

Site 316. ライン諸島列の南東端に位置しており，カンパニアン世前期から中期と推定される火山性起源の砂岩と角礫が，掘削孔の最下部から採取された (SCHLANGER, JACKSON et al., 1976)。この火山性起源の岩屑は，ライン諸島列における火成活動に由来するものであり，その活動とほとんど同時代に，運搬され堆積したものと考えられている (JACKSON, SCHLANGER, 1976)。従って，この火成活動の年代は，カンパニアン世前期からコニアシアン世と推定される。

ドレッヂ ドレッヂによりライン諸島列から採取された岩石は，主にアルカリ岩系列の岩石であるが，一部海洋島ソレイアイトも報告されている (NATLAND, 1976)。

アルカリ岩は次の2つに大別される。

i) アルカリ玄武岩とその分化物 (ハワイ岩，ミュージアライト，トラカイト (trachite))。

ii) ポタッシックーネフェリナイト。

両者ともピンクから褐色のチタン輝石を多く含むが，斜長石は稀である。後者は化学組成の面で，SiO_2 に極めて不飽和であり，又K_2O/Na_2O の比が高く，ノルムでリューサイトをもつ場合もある。また Al_2O_3, CaO, FeO* (全鉄含有量，以下同じ)，P_2O_5, Sr, Ba, Zr, Rb の含有量が高く，かつ構成鉱物に角閃石 (主に，ケルスート閃石) や黒雲母が，メガクリストあるいは捕獲岩として産出することで特徴づけられる。

b.) 中部太平洋海山群

中部太平洋海山群からは，DSDP 第17, 32節および IPOD 第62節による掘削 (第1図)，また Aries 第5節のドレッヂにより，アルカリ岩と海洋島ソレイアイトが採取されている。第62節の概報は TRACY, THIEDE, et al., (1979) を参照されたい。

Site 171 中部太平洋海山群の東端，ライン諸島列との会合点付近にあるホライゾン平頂海山 (Horizon guyot) 上に位置しており，セノマニアン世と考えられる浅海性の微化石を含む石灰岩の下位より，かなり変質した多孔質な玄武岩が採取された (WINTERER, EWING, et al., 1973)。この玄武岩は，斑晶としてカンラン石，石基として斜長石，カンラン石，輝石，そして不透明鉱物を含み，その主成分および微量元素の分析値から海洋島ソレイアイトと考えられている (BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

一方，カンパニアン世後期からチューロニアン世にかけて火山性起源のシルト岩や砂岩が卓越しており，その下部から枕状玄武岩が採取された。この玄武岩は2つのユニットに判別され，斑晶としてカンラン石，また石基として斜長石，チタン輝石，磁鉄鉱を含む。主成分および微量元素の分析値は，海洋島ソレイアイトを深海性ソレイアイトにまたがる値を示しているが，BASS. MOBERLY, (1973) 等は，この玄武岩を海洋島ソレイアイトと考えている。

前記2種類の火成岩は上下異なった位置に産出し，その産状も異なっている。しかしその化学組成が類似していること，また上位の枕状溶岩が海中に噴出したもの，下位の多孔質な玄武岩が表層近くに貫入したものとすれば，2種類の火成岩はほとんど同時代，つまりセノマニアン世からチューロニアン世の火成活動によるものと推定される。

ところでカンパニアン世後期からチューロニアン世の火山性起源のシルト岩および砂岩中に，樹木の破

第2表

ANL.NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SAMPLE	165	165	165	165	167	167	169	169	69	169
NO.	24-1	24-1	26-2	27-2	94-3	95-2	5-1	5-1	6-4	6-4
SIO2	44.17	44,02	42,63	41,46	47,42	44,93	46,04	45,83	45,15	45,37
TIO2	4,90	4,57	4,92	4,86	1,79	2,14	1,04	.1,11	1,02	1,05
AL2O3	13,54	13,08	13,62	13,60	15,64	14,00	14,91	15,63	15,10	15,23
FE2O3	6.59	6,50	4,83	5,69	5,83	7,05	6,61	4,77	4,11	4,76
FEO	4,37	4,79	8,13	7,30	4,25	4,67	4,39	7,47	8,15	7,76
MNO	0,32	0,36	0,25	0,22	0,16	0,21	0,19	0,19	0,20	0,20
MGO	5,39	5,68	6,46	5,99	6,92	7,57	9,06	6,93	7,76	7,43
CAO	9,26	10,81	8.14	9,00	9,43	7,12	6,87	10,96	10,38	10,48
NA2O	3,74	3,82	3,61	4,46	3,84	3,64	2,98	3,48	3,59	3,52
K2O	2,56	1,92	2,46	1,78	0,46	0,51	2,47	0,13	0,30	0,49
P2O5	1.21	0,88	1,41	1,28	0.20	0,22	0,08	0,10	0,10	0,09
H2O+	0,14	0,52	1,34	2,22	1,22	1,17	3,44	1,80	1,71	1,82
H2O-	1,58	1,24	1,15	1,45	3,56	5,48	2,04	1,16	1,37	1,45
TOTAL	97,77	98,19	98.95	99,31	100,72	98,71	100,12	99,56	98,94	99,65
CIPW NORM										
Q	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OR	15,75	11,77	15,07	11,00	2,83	3,27	15,42	0,80	1,85	3,00
AB	21,41	18,40	20,54	18,84	33,87	33,45	24,78	25,42	22,40	22,23
AN	13,11	13,35	14,20	12,37	25,10	22,11	21,15	27,58	25,25	25,22
NE	6,25	8,19	6,03	11,17	0,0	0,0	1,01	2,74	5,03	4,70
WO	11,06	15,16	7,57	10,68	9,31	6,14	5,98	11,70	11,60	11,74
EN	9,56	13,10	5,66	8,74	7,93	5,30	4,96	7,41	7,14	7,41
FS	0,0	0,0	1,15	0,64	0,15	0,0	0,27	3,56	3,79	3,59
EN	0,0	0,0	0,0	0,0	2,62	10,86	0,0	0,0	0,0	0,0
FS	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FO	3,10	1,10	7,72	4,80	5,19	3,02	13,23	7,33	9,12	8,26
FA	0,0	0,0	1,73	0,39	0,11	0,0	0,80	3,88	5,34	4,40
MT	0,97	3,49	7,26	8,63	8,81	10,36	10,13	7,16	6,22	7,16
IL	9,69	9,00	9,69	9,65	3,54	4,41	2,09	2,18	2,02	2,07
AP	2,92	2,11	3.39	3,10	0,48	0,55	0,20	0,24	0,24	0,22

ANL.NO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SAMPLE	169	169	170	170	170	170	171	171	171	315
NO.	12-1	12-2	CC	16-1	16-1	16-1	27-3	27-3	33-CC	31-1
SIO2	48,94	49,44	50,78	51,36	46,33	46,95	44,70	45,42	45,56	44,69
TIO2	0,98	1,03	2,36	2,86	2,72	2,85	1,73	1,65	2,54	2,29
AL2O3	14,69	14,96	17,21	15,16	14,20	14,05	15,14	14,04	15,67	15,22
FE2O3	3,89	4,19	6,76	7,10	4,30	5,55	6,05	4,19	7,38	7,72
FEO	6,21	6,96	2,94	1,97	4,84	5,51	3,57	5,10	3,23	4,17
MNO	0,17	0,18	0,11	0,12	0,20	0,13	0,05	0,10	0,12	0,46
MGO	7,30	7,02	2,76	3,54	7,12	6,83	7,50	9,91	7,96	7,11
CAO	12,75	12,56	6,32	4,78	6,85	6,88	7,19	7,04	7,48	6,95
NA2O	2,80	2,91	5,78	3,47	4,05	4,52	3,71	3,62	2,96	3,15
K2O	0,37	0,38	1,65	4,29	1,99	0,61	0,34	0,20	1,07	0,31
P2O5	0,07	0,11	1,26	0,32	0,30	0,32	0,24	0,19	0,35	0,30
H2O+	0,61	0,64	1,69	2,06	1,12	1,19	2,43	2,37	2,65	1,78
H2O-	1,04	1,19	0,71	2,31	3,55	3,43	6,02	4,86	2,29	5,26
TOTAL	99,82	101,57	100,33	99,34	97,57	98,82	98,67	98,69	99,26	99,41
CIPW NORM										
Q	0,0	0,0	0,0	2,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,00
OR	2,23	2,25	9,96	26,69	12,66	3,83	2,23	1,29	6,70	1,98
AB	24,13	24,69	48.95	30,92	31,29	40,60	34,79	33,49	26,55	28,85
AN	26,91	26,70	16,48	13,81	15,81	17,25	26,22	23,47	27,89	28,66
NE	0,0	0,0	0,53	0,0	3,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WO	15,47	14,63	2,98	2,92	7,79	7,00	4,84	5,58	3,77	2,73
EN	10,38	9,39	2,57	2,52	6,40	5,77	4,18	4,37	3,26	2,36
FS	3,93	4,27	0,0	0,0	0,44	0,36	0,0	0,60	0,0	0,0
EN	2,74	2,97	0,0	6,76	0,0	2,91	9,75	7,35	14,87	16,81
FS	1,04	1,35	0,0	0,0	0,0	0,18	0,0	1,00	0,0	0,0
FO	3,79	3,62	3,11	0,0	8,89	6,57	4,75	10,70	2,03	0,0
FA	1,58	1,82	0,0	0,0	0,67	0,45	0,0	1,61	0,0	0,0
MT	5,75	6,09	3,06	0,0	6,71	8,54	7,38	6,64	3,65	8,99
IL	1.90	1,96	4,58	4,65	5,56	5,75	3,64	3,43	5,11	4,71
AP	0,17	0,26	2,98	0,78	0,75	0,79	0,62	0,48	0,86	0,75

ANL.NO	21	22	23	24	25	26	27	28	29
SAMPLE	315	315	315	315	315	315	315	315	315
NO.	32-1	32-2	32-2	32-2	32-3	32-3	32-4	33-1	34-1
SIO2	45,95	45,23	44,51	44,67	45,51	44,94	45,61	44,75	44,41
TIO2	2,55	2,91	2,92	2,93	2,77	2,22	2,27	2,53	2,85
AL2O3	14,66	14,46	14,27	14,49	14,45	15,57	15,06	14,79	14,38
FE2O3	6,68	8,56	7,07	5,88	6,86	6,52	5,92	6,88	7,48
FEO	6.12	4,34	6,29	7,03	6,00	5,46	6,72	6,24	5,58
MNO	0,34	0,33	0.40	0,40	0,39	0,33	0,24	0,25	0,36
MGO	6,97	6,52	6,73	7,13	7,09	7,31	7,57	7,57	7,06
CAO	6,01	6,77	7,00	6,66	6,61	7,00	7,46	5,98	5,65
NA2O	3,33	3,40	3,35	3,41	3,24	3,07	2,84	3,27	3,23
K2O	0,40	0,48	0,42	0,46	0,45	0,35	0,26	0,46	0,50
P2O5	0.31	0,32	0,30	0,33	0,31	0,25	0,30	0.30	0,32
H2O+	1,66	1,36	3,00	1,86	2,77	3,23	3,56	3,28	3,21
H2O-	4,92	4,99	3,44	4,12	3,71	3,78	3,20	4,58	4,67
TOTAL	99,90	99,67	99,70	99,37	100,16	100,03	101,01	100,88	99,70
CIPW NORM									
Q	2,71	2,34	0,72	0,0	2,09	1,08	1,49	0,55	2,78
OR	2.53	3,04	2,66	2,91	2,84	2,22	1,63	2,92	3,22
AB	30,19	30.83	30,39	30,89	29,26	27,92	25,50	29,74	29,76
AN	25.58	24,41	24,30	24,49	25,14	29,75	29,26	26,14	25,33
NE	0.0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WO	1.75	3,90	4,53	3,58	3,21	2,43	3,31	1,52	1,22
EN	1.39	3,37	3,64	2,65	2,61	1,97	2,45	1,21	1,05
FS	0.17	0,0	0,35	0,59	0,22	0,17	0,54	0,13	0,00
EN	17.22	14,03	14,33	13,43	16.24	17,60	17,55	19,05	18,10
FS	2,12	0,0	1,39	2,99	1,38	1,53	3,86	2,08	0,03
FO	0,0	0,0	0,0	2,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FA	0,0	0,0	0,0	0,51	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MT	10,38	7,10	10,99	9,13	10,62	10,16	9,11	10,72	11,81
IL	5,19	5,92	5,95	5,96	5,62	4,53	4,57	5,17	5,90
AP	0,77	0,79	0,75	0,82	0,77	0,62	0,74	0,75	0,81

中部太平洋から採取された，プレート内火成活動に伴う火成岩の分析値（海洋島ソレイアイト，アルカリ岩，深海海台ソレイアイトに類似した火成岩）

試料番号１～４；ライン諸島列，アルカリ岩，XRF 法による定量（BASS, MOBERLY, et al., 1973）。

試料番号５～６；マジェラン海膨，海洋島ソレイアイト，XRF 法による定量（BASS, MOBERLY, et al., 1973）。

試料番号７～10；中部太平洋海盆，アルカリ岩，XRF 法による定量(BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

試料番号11～12；中部太平洋海盆，深海海台ソレイアイトに類似した火成岩，XRF 法による定量（BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

試料番号13～16；中部太平洋海盆，海洋島ソレイアイト，XRF 法による定量（BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

試料番号18～20；中部太平洋海山群，海洋島ソレイアイト，XRF 法による定量(BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

試料番号21～29；ライン諸島列，海洋島ソレイアイト，XRF 法による定量(JACKSON, BARGAR, et al., 1976)。

片がみつかっている。このことはその時代にホライゾン平頂海山が，一部陸地であった可能性を示唆する(WINTERER, EWING, et al., 1973)。

Site 313　Site 171の北西約200km の海山上に位置しており，カンパニアン世の火山性起源の砂岩を含むタービダイトの下位より，かなり変質した２枚の溶岩流が採取された（LARSON, MOBERLY, et al., 1975)。この岩石は細粒で，ノルムで霞石を持つが，モードでは含まない。その構成鉱物は斜長石，チタン輝石，黒雲母，そして褐色な角閃石を含み，その主成分および微量元素の分析値からは，アルカリ玄武岩と考えられる（MARSHALL, 1975)。ところで黒雲母や角閃石を持つことなどを考慮すれば，Site 170で採取された岩石に類似している。

c.) 中部太平洋海盆（海山，海膨，深海底貫入岩体）

中部太平洋海盆からは海山，海膨，および海盆底より掘削（第１図）やドレッヂによって火成岩が採取

第3表

ANL.NO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SAMPLE	289	289	317	317	317	317	317	317	317	317
NO,	132-3	132-4	32-1	32-2	32-3	32-3	32-3	32-4	32-4	32-5
SIO2	48,30	49,40	48,80	50,37	49,83	49,78	49,90	49,58	48,22	48,47
TIO2	1,50	1,60	0,92	1.01	0,99	0,98	1.01	1,01	0,81	0,81
AL2O3	14,70	14,90	14,95	15,14	14,77	15,00	14,50	14,63	13,84	13,23
FE2O3	4,30	4,10	4,48	3,91	4,51	4,17	4,47	3,75	4,12	0,85
FEO	8,20	7,50	5.72	6,75	6,64	7,00	6,90	7,07	5,86	8,31
MNO	0,19	0,14	0,23	0,24	0,18	0,18	0,17	0,24	0,19	0,25
MGO	6,90	6,60	7,64	7,27	6,87	6,93	7,04	7,33	9,03	9,66
CAO	11,60	10,60	11,08	10,87	11,18	11,07	10,79	10,88	11,87	11,85
NA2O	2,20	2,30	1,97	2,10	1,98	2,05	2,13	2,22	1,83	1,73
K2O	0,45	0,34	0,02	0,12	0,09	0,12	0,11	0,06	0,04	0,04
P2O5	0,12	0,14	0,12	0,14	0,10	0,08	0,13	0,12	0,11	0,12
H2O+	1,50	2,20	1,54	1,55	1,13	1,91	1,48	1,52	1,77	2,09
H2O-	0,0	0,0	2,26	1,89	1,64	0,98	1,56	1,87	2,32	2,49
TOTAL	99,96	99,82	99,73	101,36	99,91	100,25	100,19	100,28	100,01	99,90
CIPW NORM										
Q	0,74	3,84	4,89	5,09	6,08	4,98	5,50	3,77	2,24	0,0
OR	2,70	2.06	0,12	0,72	0,55	0,73	0,67	0,37	0,25	0,25
AB	18,91	19,94	17,38	18,15	17,25	17,82	18,55	19,39	16,14	15,36
AN	29,36	30,04	33,24	32,20	32,06	32,22	30,55	30,73	30,68	29,60
NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WO	11,81	9,56	9,70	9,16	10,17	9,87	9,89	10,09	12,51	13,05
EN	7,21	6,03	6,83	5,93	6,67	6,28	6,42	6,41	8,89	7,87
FS	3,94	2,93	2,05	2,60	2,79	2,96	2,79	3,04	2,52	4,48
EN	10,24	10,81	13,01	12,56	10,95	11,44	11,63	12,43	14,55	14,94
FS	5,59	5,26	3,90	5,51	4,59	5,39	5,06	5,90	4,12	8,50
FO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,70
FA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,07
MT	6,33	6,09	6,77	5,79	6,73	6,21	6,67	5,61	6,23	1,29
IL	2,89	3,11	1,82	1,96	1,94	1,91	1,97	1,98	1,60	1,61
AP	0,28	0,33	0,29	0,33	0,24	0,19	0,31	0,29	0,27	0,29

ANL.NO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SAMPLE	317	317	317	317	317	317	317	317	317	462
NO,	32-6	33-1	33-2	33-4	33-4	34-1	34-1	34-3	34-4	17-2
SIO2	48.30	49,26	48,84	47.88	49,38	49,22	50,05	50,42	49,92	47,90
TIO2	0,80	0,82	0,88	0,89	1,08	1,01	1,07	1,15	1,06	1,39
AL2O3	12,88	13,18	13.92	14,62	14,76	14,59	14,71	14,19	15,07	14,76
FE2O3	4.20	4,08	3,67	4.66	4,09	3,36	3,81	4,92	3,76	3,78
FEO	5,89	6,26	6.64	5.35	5,46	6,29	5,52	5,92	6,29	7,96
MNO	0.25	0,14	0,17	0,13	0,26	0,26	0,23	0,14	0,18	0,25
MGO	9.63	9,15	8.56	8,41	8,14	7,93	7,48	7,46	7,29	7,33
CAO	11.71	12,18	11.97	10.85	10,56	11,22	11,07	10,70	11,47	11,77
NA2O	1,69	1,82	1.86	2,13	2,30	2,19	2,25	2,37	2,19	2,27
K2O	0,02	0,07	0,04	0,12	0,25	0,06	0,24	0,15	0,10	0,05
P2O5	0,12	0,12	0,11	0,12	0,17	0,16	0,16	0,16	0,13	0,15
H2O+	1,97	1,45	1.52	2,02	1,47	1,26	1,05	1,30	0,88	1,09
H2O-	2,53	1,68	1.54	2,91	2,77	2,19	1,80	1,67	1,81	1,12
TOTAL	99,99	100,21	99.72	100.09	100,69	99,74	99,44	100,55	100,15	99,82
CIPW NORM										
Q	2,90	2,81	2.50	2,53	3,21	2,85	4,51	5,52	4,04	0,33
OR	0,12	0,43	0,24	0,75	1,53	0,37	1,47	0,91	0,61	0,30
AB	14,97	15,86	16.28	18,94	20,18	19,24	19,71	20,55	19,01	19,68
AN	28,80	28,42	30,53	31,50	30,29	30,95	30,36	28,32	31,80	30,67
NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WO	13,03	13,79	12,59	10,12	9,55	10,76	10,61	10,44	10,74	11,75
EN	9,34	9,65	8,46	7,46	6,88	7,20	7,45	7,45	7,17	7,24
FS	2,53	2,98	3,18	1,69	1,81	2,77	2,26	2,07	2,77	3,83
EN	15,77	13,82	13,60	14,55	14,14	13,32	11,84	11,59	11,46	11,46
FS	4,27	4,26	5,12	3,30	3,73	5,12	3,59	3,22	4,44	6,07
FO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MT	6,38	6,09	5,51	7,10	6,15	5,06	5,72	7,31	5,59	5,61
IL	1,59	1,60	1,73	1,78	2,13	1,99	2,10	2,24	2,07	2,70
AP	0,29	0,29	0,26	0,29	0,41	0,38	0,38	0,38	0,31	0,36

ANL.NO	21	22	23	24	25	26
SAMPLE	462	462	462	462	462	462
NO.	20-1	22-2	50-3	65-1	72-3	74-4
SIO2	47,50	46,11	48.75	48,87	49,24	48,83
TIO2	1,62	1,89	0.91	0,99	1,02	1,15
AL2O3	14,69	16,92	15,20	15,58	15,33	15,36
FE2O3	2,88	5,33	3,63	3,29	3,52	3,89
FEO	10,15	4,96	6.85	7,70	7,30	7,56
MNO	0,26	0,25	0.19	0,19	0,19	0,19
MGO	7,09	7,11	8,39	7,83	7,70	7,59
CAO	11,14	8,65	12,02	11,47	12,29	11,05
NA2O	2,26	3,04	1,94	1,96	1,95	2,05
K2O	0,05	0.10	0,04	0,03	0,05	0,63
P2O5	0,18	0,19	0,12	0,11	0,13	0,12
H2O+	0,82	1,84	1,00	1,00	0,99	1,15
H2O-	1,03	3,69	0,79	0,77	0,81	0,85
TOTAL	99,67	100,08	99,83	99,79	100,52	100,42
CIPW NORM						
Q	0.0	0,59	1,24	1,71	1,99	0,71
OR	0,30	0,62	0,24	0,18	0,30	3,78
AB	19,55	27,20	16,74	16,92	16,71	17,62
AN	30,45	34,08	33,30	34,30	33,35	31,34
NE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WO	10,37	4,17	11,16	9,61	11,50	9,84
EN	5,58	3,31	7,38	5,95	7,29	6,22
FS	4,45	0,38	2,98	3,09	3,48	3,00
EN	10,51	15,41	13,93	13,94	12,14	12,99
FS	8.37	1,78	5,62	7,25	5,80	6,27
FO	1,38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
FA	1,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MT	4,27	8,17	5,37	4,87	5,17	5,73
IL	3,15	3,80	1,76	1,92	1,96	2,22
AP	0,43	0,47	0,28	0,26	0,31	0,28

中部太平洋から採取された，プレート内火成活動に伴う火成岩の化学分析値（深海海台ソレイアイト）

試料番号１～２；オントンジャバ海台，湿式分析法による定量(U.S.G.S.法)(STOESER, 1975)。

試料番号３～19；マニヒキ海台，XRF 法による定量(JACKSON, BARGAR, et al., 1976)。

試料番号20～22；ナウル海盆（上位のシル），湿式分析法による定量（分析者，原村寛）（徳山，1979）。

試料番号23～26；ナウル海盆（下位の枕状溶岩とシルの複合体），湿式分析法による定量（分析者；原村寛）（徳山，1979）。

されている。

Site 66　中部太平洋海盆の東側の海盆底に位置し，火山性起源の砂や礫の狭みを持つ，チューロニアン世からセノマニアン世の泥岩に不整合に被れて，多孔質な玄武岩が採取された（WINTERER, RIEDEL, et al., 1971)。この玄武岩はインターサータル構造（intersertal texture）を示し，斑晶として斜長石と輝石が認められる。しかしインタスティシーズ（interstices）は極めて変質をうけているために玄武岩の種類は判別できない（MOBERLY and HEATH, 1971)。

この火成岩の年代は（WINTERER, RIEDEL, et al., 1971）によると，直上の堆積物の年代より87～100 Ma と考えられている。一方，SAITO and OJIMA (1974) は Ar^{40}/Ar^{39} 法により，52 Ma という年代を得ている。このいづれの年代も，地磁気縞状異常から推定される海洋地殻の年代にくらべ著しく新しい。従って，この玄武岩は海嶺における海洋地殻の形成後に，噴出あるいは貫入したものと考えられる。

Site 167　マジェラン海膨 (Magellan Rise) 上に位置し，ベリアジアン世前期からチトニアン世後期の石灰岩の下位から，数枚の枕状溶岩あるいは溶岩流が，また一部に表層近くに貫入したと思われる貫入岩が採取された（WINTERER, EWING, et al. 1973)。その構成鉱物は，斜長石，普通輝石，不透明鉱物，およびガラスである。この玄武岩は，化学組成などから，深海性ソレイアイトでなく，海洋島ソレイアイトと考えられている（BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

また，アルビアン世後期に，多量の火山ガラスを含む火山性起源の堆積物が卓越している。従って，この時代にも海膨上において，火成活動が存在したものと考えられる。

Site 169　マーシャル諸島列 (Marshall Islands) の東方300km の平坦な深海底に位置し，セノマニアン世からアルビアン世後期の，珪質超微化石チョーク (charty nanno fossil chalk) の下位から，枕状玄武岩が採取された (WINTERER, EWING, et al., 1973)。この玄武岩は斑晶および微斑晶として斜長石，カンラン石，輝石を持つ。輝石が斑晶として産出することは，早期から輝石が晶出したことがうかがえる。BASS, MOBERLY, et al., (1973) は，主成分および微量元素の分析値から，この玄武岩は深海性ソレイアイトではなく，ややアルカリックな系列のものと考えている。

この岩石の年代は，微化石と超微化石により，アルビアン世後期から前期とされている (WINTERER, EWING, et al., 1973)。しかし，この年代はフェニックス地磁気縞状異常を北に延長させることにより推定される地殻の年代と比較して，著しく新しい (第2，第3図)。

一方，上述の玄武岩より50m 程上位で，カンパニアン世からコニアシアン世の火山性起源のシルト岩に貫入した玄武岩が採取された (WINTERER, EWING, et al., 1973)。この貫入岩は中粒で，ノルムで霞石を持つ。アルカリ・カンラン石玄武岩である (MYERS, BENCE, et al., 1975)。その構成鉱物は，斜長石，Ca と Al に富む普通輝石，カンラン石，角閃石，クロムスピネル，およびその他の不透明鉱物である。角閃石は針状結晶を示し，デューテリックな段階 (deuteric stage) で晶出したと考えられている (MYERS, BENCE, et al., 1975)。

ところで，貫入された堆積岩は火山性起源であるが，その上位に火成活動を暗示させる証拠は存在しない。したがって，この玄武岩の年代は，貫入された堆積岩の年代とほぼ等しい，カンパニアン世からコニアシアン世と推定される。

Site 170　中部太平洋海盆の北西部の深海平坦部に位置し，アルビアン世後期の，タフを含むゼオライト化した石灰質泥岩の下位より，かなり変質した玄武岩質の貫入岩が採取された (WINTERER, EWING, et al., 1973)。この玄武岩は無斑晶質の部分と，わずかに斑晶を含むやや粗粒な部分よりなり，その主成分および微量元素の化学組成から，海洋島ソレイアイトと考えられている (BASS, MOBERLY, et al., 1973)。その構成鉱物は斑晶としてチタン輝石，カンラン石，および斜長石，そして石基としてチタン輝石，斜長石，不透明鉱物，角閃石，黒雲母，およびリン灰石を含む。角閃石および黒雲母は，デューテリックな段階で晶出したものと考えられている (BASS, MOBERLY, et al., 1973)。

一方，カンパニアン世からサントニアン世の，ゼオライト化した泥岩中に，ミュージアライトの礫が含まれている。Ba と R-E-E のパターンは，深海性ソレイアイトに比較して，すべての元素について濃縮しており，ハワイのネフェリン・メリライト玄武岩のパターンに類似する (BASS, MOBERLY, et al., 1973)。その構成鉱物は苦鉄質な斑晶がほとんど存在せず，斜長石が卓越している。

下位の海洋島ソレイアイトの年代は不明であるが，貫入された堆積岩がタフを含むことから，少なくともアルビアン世後期に，この Site の周辺で火成活動が存在したと推測される。また上位のミュージアライの年代は，それを含む火山性起源の泥岩とほぼ等しい，カンパニアン世からサントニアン世と考えられる。しかし，この2つの年代は，Site 169の場合と同様に，フェニックス地磁気縞状異常を北に延長することから推定される，基盤の岩石の年代に比較して，著しく新しい (第2，第3図)。従って深海性ソレイアイトは，より下位に存在すると考えられている (WINTERER, EWING, et al.,1973)。

ドレッヂ　中部太平洋海盆からドレッヂされた岩石は，NATLAND (1976) に，まとめられている。その結果によると，この海域の海山から採取された火成岩は，主にアルカリ岩系列の岩石である。アルカリ岩は次の2つに大別される。

i)　アルカリ玄武岩とその分化物 (ハワイ岩，ミュージアライト，トラカイト)。

ii)　ポタッシック・ネフェリナイトおよびフォノライト。

これらのアルカリ岩の化学組成および構成鉱物は，前述のライン諸島列のアルカリ岩と非常に類似している。

d.）オントンジャバ海台およびマニヒキ海台。

この2つの深海海台からは，掘削およびドレッヂにより，海嶺で形成された典型的な深海性ソレイアイトとは異なる，ソレイアイト質玄武岩が採取されている（第3表）。両深海海台は，大量な火成岩類からなる厚い地殻を持ち，その地殻が海洋性のものか，大陸性のものか議論されている（SUTTON, MEYNARD, et al., 1970, KRONKE, 1972）。

Site 289　オントンジャバ海台の北部に位置し，アプチアン世の，石灰岩とガラス質凝灰岩の互層の下位より，玄武岩質の溶岩流が採取された（ANDREW, PACKHAM, et al., 1975）。急冷周縁相は，斑晶として斜長石とカンラン石がみられ，石基には斜長石，輝石（バリオリティック構造（varioritic texture）を示す），そして磁鉄鉱（デンドゥリティック構造（dendritic texture）を示す）がみられる。一方，内部はインターグラニュラー構造（intergranular texture）を示し，その構成鉱物は主に斜長石と輝石である。この火成岩は，その主成分ならびに微量元素の分析値，および Ba と R-E-E のパターンから，深海性ソレイアイトに類似するとされているが（STOESOR, 1975），後に述べるように，深海性ソレイアイトとは区別されるソレイアイト質玄武岩である。

この火成岩の年代は，アプチアン世の堆積物の下位より採取されたことから，少なくともアプチアン世以前と考えられる。又アプチアン世の堆積物中に，ガラス質凝灰岩が含まれることから，アプチアン世に，オントンジャバ海台か，あるいはその周辺での火成活動が推測される。

Site 317　マニヒキ海台南西部のハイ海台（High Plateru）に位置し（WINTERER, LONSDALE, et al., 1974），アルビアン世からアプチアン世の石灰岩と，火山性起源の砂岩およびシルト岩の下位から，10枚のやや変質した玄武岩質の貫入岩が採取された（SCHLANGER, JACKSON, et al., 1976）。そのうちの4枚は，貫入時に接触変成された堆積物を挟在している。又多数の気孔を持つことから（5～30%），表層付近で貫入したと考えられる。この玄武岩はオフィティック（ophitic）からインターサータル構造を示し，その構成鉱物は斜長石，Ca に富む普通輝石，ピジョン輝石，チタン鉄鉱，そして磁鉄鉱である。カンラン石とクロムスピネルは認められなかった（JACKSON, BARGAR, et al., 1976）。この火成岩は，その主成分および微量元素の分析値が，深海性ソレイアイトと類似するが（JACKSON, BARGAR, et al., 1976），オントンジャバ海台の火成岩と同様に，深海性ソレイアイトとは区別されるソレイアイト質玄武岩である。

この火成岩の年代は K-Ar 法により決定されている（LANPHERE, and DALRYMPLE, 1976）。その結果によると，最少年代で106±3.5 Ma，結晶晶出年代で110～120 Ma である。

ドレッヂ　マニヒキ海台からドレッヂされた岩石は CLAGUE (1976) によりまとめられている。その結果によると，マニヒキ海台を，ハイ海台とウェスタン海台（Western Plateau）に分割するデンジャーアイランド・トラフ（Danger Island Trough）から，玄武岩が採取された。この玄武岩はカンラン石の斑晶を多数含むが，ガラスの XMA による分析値は，ノルムで石英を持つソレイアイト質玄武岩である。この岩石の化学組成は，Mg, Ni, Co, および Cr などの元素に富んでおり（クロムスピネルが微斑晶として産出する），一方，K，P，Ti などの元素に欠乏している。

e.）ナウル海盆

ナウル海盆はマーシャル諸島列の西方に位置し，その海洋地殻の年代は，中生代の地磁気縞状異常から，ジュラ紀後期と考えられている（LARSON, 1976）。

Site 462　ナウル海盆の中央に位置し，セノマニアン世の火山性起源の堆積物の下位から，堆積物と互層して粗粒玄武岩の貫入岩が，そして，その貫入岩と堆積物の互層の下位から，枕状溶岩と粗粒玄武岩の複合体が採取された（徳山，1979）。上位のシルに挟まれた堆積物も主に火山性起源のものであるが，そ

の年代はセノマニアン世からバレミアン世である。一方，下位の複合体に極めてわずかであるが，堆積物が火成岩に挟まれて産出する。その堆積岩の年代は，放散虫によりバレミアン世からヴァランギニアン世である（徳山，1979)。この玄武岩は両者とも普通輝石，斜長石，および磁鉄鉱の斑晶あるいは微斑晶を含む。カンラン石とクロムスピネルは，下位の枕状玄武岩の急冷相に一般的にみとめられる。その化学組成は，オントンジャバ海台，マニヒキ海台の火成岩と類似したソレイアイト質玄武岩である。

ところで上位の火成岩が貫入岩に限られ，一方，枕状溶岩は下位の火成岩複合体に限られている。又上位の火成岩に貫入された堆積岩の年代は，上のものほど新しく，下に行くにつれて，セノマニアン世からバレミアン世と古くなる。さらに最下部のバレミアン世の堆積物の下位から枕状溶岩が採取されている。以上のことから，ナウル海盆ではセノマニアン世（一部アルビアン世を含むかもしれない）と，オーテリビアン世からヴァランギニアン世の2回にわたり，プレート内火成活動が存在したと考えられる。

III. プレート内火成活動の年代とその性質

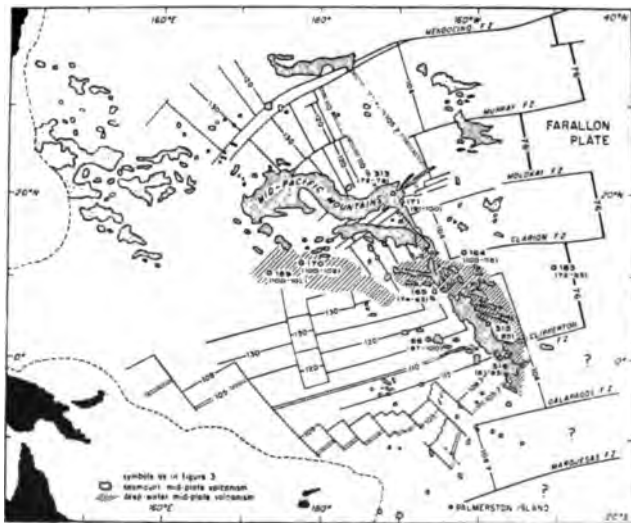
中部太平洋および西太平洋に点在する海山（平頂海山を含む）の研究は HESS (1946) より始まったといえる。その後 HAMILTON (1956)，MENARD (1964)，HEEZEN, MACGREGOR, et al., (1973), HEEZEN, MATTHEWS, et al., (1973), WINTERER, EWING, et al., (1973), WINTERER, LONSDALE, et al., (1974), NATLAND, (1976), JACKSON and SCHLANGER (1976) 等により，その形成および沈降，時代そして成因が論じられてきた。これらの結果から，ジュラ紀後期から始新世（一部漸新世を含む）の期間に，3ないし4回のプレート内火成活動のピークが存在するように思われる。

最も新しい活動は，始新世（一部漸新世を含む）のものであり，カロリン諸島 (FISHER, HEEZEN, et al., 1971)，マジェラン海山群(HEEZEN, MACGREGOR, et al, 1973)，マーシャル諸島列北部 (WINTERER, EWING, et al., 1973)，ナウル海盆 (LARSON, SCHLANGER, et al., 1978) などでみられる。特にエニウェトク島 (Eniwetok Atoll) では，陸上の掘削が行なわれ，浅海性の始新世の石灰岩層の下より，玄武岩が採取されている。しかし，この始新世と考えられる玄武岩の下位に，より古い（白亜紀後期）石灰岩層および火成岩が存在する可能性がある。

ところで，これらの始新世の火成活動は，マーシャル諸島列より西の地域に限られている。またこの地域は，始新世にオーストラリア大陸が南極から分裂し，北上(WEISSEL and HAYES, 1972) したことに起因して形成された，オーストラリア大陸北方の海溝系の前面に位置している。このようなテクトニックスが，始新世の火成活動の原因かもしれない。

第4図（A）

他の火成活動は白亜紀からジュラ紀後期であり，それらの火成活動は，WINTERER (1975, 1976) により，その成因から3つに大別されている。

(1) ホット・スポットをより広域的に解釈したメルティング・アノーマリーの軌跡として，ESE 方向の方位を持つ白亜

紀中期から後期の，海山群および深海底貫入岩体（西は伊豆・小笠原海溝から，中部太平洋海山群，中部太平洋海盆をへて，東はライン諸島列に至る広い範囲に分布する；第4図-A)。

(2) 白亜紀中期（105 Ma）に，海嶺の拡大速度が速かった時期（第5図）があり，その際海嶺のとび移りがおこり，その結果棄てられた海嶺（オントンジャバ海台，マニヒキ海台；第4図-B)

(3) ジュラ紀後期，あるいは白亜紀初期における太平洋プレート (Pacific Plate)，ファラオン・プレート(Farallon Plate)，フェニックス・プレート (Phoenix Plate) の R-R-R 型3重点の鋭角で囲まれた，太平洋プレートの領域での火成活動（マジェラン海膨；第4図-C)。

第4図（B）

第4図（A)～(C) WINTERER (1976) による中部太平洋の形成モデル

しかし，これらのモデルはいくつかの問題点を含んでいる。

まず(1)に関して，WINTERER (1976)は広域的なホット・スポットを考えたが，この考えに従えば，西方ほどその火成活動の時代が古くなければならない。しかし火成活動の年代は，西に行くにつれて古くなるわけではない。例えば，西側にあたるマーカス島北方の Site 198では，カンパニアン世からサントニアン世に火山性起源の堆積物（凝灰岩）が認められる。またカロリン深海平原の東端の Site 199においても，やはりカンパニアン世に火成活動をうらづける証拠がある(HEEZEN, MACGREGOR, et al., 1973)。つぎに中央部にあたるマーシャル諸島列東方の Site 169, 170においても，前述のようにカンパニアン世からコニアシアン世にかけて，火山性起源の堆積物が存在する。また Site 169ではこの火山性起源の堆積物を貫ぬいて，この堆積物とほぼ同時代のアルカリ岩が，そして Site 170では，やはりこの火山性堆積に伴なってミュージアライトの礫が採取されている。そして東側にあたるライン諸島列および中部太平洋海山群の東端からは，Site 165, 313, 315, 316よりカンパニ

第5図　地磁気縞状異常より求めたプレートの拡大速度 (LARSON 1976)

アン世前期からコニアシアン世後期の火成岩および火山性起源の堆積物が得られている。採取された火成岩は前述のように，Site 165, 313ではアルカリ岩，Site 315では海洋島ソレイアイトである。

ところで，前述のようにライン諸島列および中部太平洋海盆の海山から，ドレッヂによりアルカリ玄武岩とその分化物，ポタッシック・ネフェリナイト，および海洋島ソレイアイトが採取されている (NATLAND, 1976)。これらの火成岩は，ライン諸島列，および中部太平洋海盆から掘削により採取されたアルカリ岩および海洋島ソレイアイトにそれぞれ非常に類似している。特にポタッシック・ネフェリナイトは，角閃石を含むことで特徴づけられるが，Site 165, 169, 313から採取されたアルカリ岩もしばしば角閃石を伴う。従って，これらのドレッヂされた火成岩の年代も，やはり大部分はカンパニアン世からコニアシアン世と推定される。

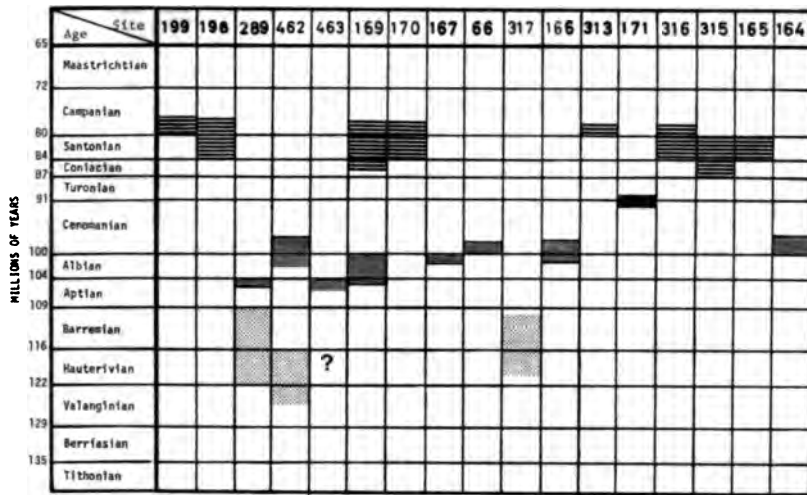
以上の事実から，伊豆・小笠原海溝からライン諸島列に至る広範囲の地域で，アルカリ玄武岩とその分化物，超アルカリ岩，および海洋島ソレイアイトで特徴づけられる火成活動が，カンパニアン世後期からコニアシアン世にかけて，ほぼ同時期に存在したと考えられる（第4表）。従って，この種の火成活動の年代が西に向って順次古くなるとはいえない。

ところで，この火成活動に伴う火成岩は，次のような点で，太平洋における典型的なホット・スポットと考えられるハワイ型ソレイアイト，およびアルカリ岩と異なる。

海洋島ソレイアイトはハワイ型ソレイアイトとアルカリ玄武岩の中間の組成を持つ (JACKSON and SCHLANGER, 1976)。また，この火成活動に伴う超アルカリ岩は，ハワイのそれに比較して，Al_2O_3 に富み，K_2O/Na_2O の比が高く，高圧下で安定なザクロ石および，Ca-チェルマック分子やヒスイ輝石分子に富む輝石は存在しない (HAWKINS and NATLAND, 1975, JACKSON, BARGAR, et al., 1976)。さらに，この超アルカリ岩は，捕獲岩あるいはメガクリストとして角閃石や黒雲母を含むことがしばしばあるが，ハワイの超アルカリ岩は，それらの鉱物はみられず，構造変形されたカンラン岩 (tectonized peridotite) などのマントル物質を伴う (JACKSON and WRIGHT, 1970)。従って，ハワイにおける，カルデラ形成後に噴出する超アルカリ岩は，マントル深部からもたらされたものであり，一方カンパニアン世後期からコニアシアン世の西太平洋における火成活動は，マントル浅部で発生したマグマによるものであると考えられる。

つぎに(2)に関して，WINTERER (1976) はオントンジャバ海台，マニヒキ海台から採取された岩石が

第4表　中部太平洋における火成活動の年代

MILLIONS OF YEARS	Age \ Site	199	196	289	462	463	169	170	167	66	317	166	313	171	316	315	165	164
65	Maastrichtian																	
72	Campanian																	
80	Santonian																	
84	Coniacian																	
87	Turonian																	
91	Cenomanian																	
100	Albian																	
104	Aptian																	
109	Barremian																	
116	Hauterivian					?												
122	Valanginian																	
129	Berriasian																	
135	Tithonian																	

1　カンパニアン世からコニアシアン世にかけての火成活動（アルカリ玄武岩とその分化物，超アルカリ岩，そして海洋島ソレイアイトで特徴ずけられる。)

2　セノマニアン世からアプチアン世の火成活動で (3)の火成活動に近いと思われる

3　バレミアン世からオーテリビアン世（一部ヴァランギニアンを含む）にかけての火成活動（深海海台ソレイアイトで特徴ずけられる)

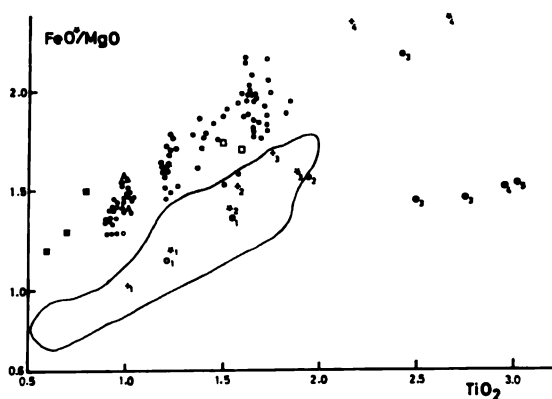
4　ホリゾン平頂海山でみられる特異な火成活動

深海性ソレイアイトとした。しかし FeO*/MgO-TiO_2 のダイアグラム（第6図）からは，深海性ソレイアイト (BRYAN, THOMPSON, et al., 1976, CLAGUE and BUNCH 1976) と比較し，TiO_2 の含有量が少ないにもかかわらず FeO*/MgO の比が高い。ところで MgO-TiO_2-SiO_2 系での共融液中の TiO_2 の濃度は，圧力が上昇すれば，増加する傾向がある (MACGREGOR, 1969)。従って，オントンジャバ海台，マニヒキ海台の玄武岩は，そのマグマの部分溶融する深度が，深海性ソレイアイトに比べ浅いと考えられる。

また，この火成岩は，ノルムで石英あるいは大量のしそ輝石を持つ（第3表）。このような，ノルムで石英あるいは大量のしそ輝石を持つソレイアイト質玄武岩は，かなり浅所（<5 Kb）でのみ，周囲のマントルと平衡である (GREEN and RINGWOOD, 1967)。

このような特徴を持つソレイアイト質玄武岩は，ナウル海盆で発見された長径 500 km，全層厚の平均が 500 m におよぶ莫大な深海底貫入岩体にもみられる（第3表，第6図）。

以上のことから，オントンジャバ海台，マニヒキ海台，ナウル海盆から得られたソレイアイト質玄武岩は，海嶺で形成された深海性ソレイアイトとは異なり（つまりそれらが海嶺のとび移りにより，棄てられた海嶺ではなく)，プレート内火成活動の産物と考えられる。また，その玄武岩は深海性ソレイアイトに比較して，かなり浅所で発生したものと推定される。

ところで，オントンジャバ海台，マニヒキ海台，中部太平洋海山群などは，地殻が厚く，年代が古いわりに沈降をあまり伴なわない，海洋地殻と考えられている (BURK, 1978，第7図)。例えばマニヒキ海台では，約10km 程の厚い第2層の下に Vp=6.9 Km/S の速度を持つ第3層が確認され，厚い海洋性地殻が存在すると考えられている (WINTERER, 1974)。このような地殻および莫大な深海底貫入岩体を形成する火成岩は，TiO_2 の含有量が低く，FeO*/MgO の比が高い。ソレイアイト質玄武岩で特徴づけられるのではないか。筆者は，このようなソレイアイト質玄武岩を深海海台ソレイアイト (Ocean plateau

◉ナウル海盆(Site 462, セノマニアン世よりアルビアン世)
●ナウル海盆(Site 462, バレミアン世よりオーテリビアン世)
△マニヒキ・プラトー(Site 317, バレミアン世よりオーテリビアン世 (JACKSON, et al., 1976)
■マニヒキ・プラトー (CLAGUE, 1976)
□オントンジャバ・プラトー(Site 289, バレミアン世よりオーテリビアン世)(STOESER, 1975)
◑Hawaii オリビン・ソレイアイト (MACDONALD & KATSURA, 1964)
＋ガラパゴス海嶺 (CLAGUE & BUNCH 1976)
★ファン・デ・フカ海嶺 (CLAGUE & BUNCH 1976)
◎東太平洋海膨 (CLAGUE & BUNCH 1976)
数字は分化の経路を示す。
実線で囲まれた領域は FAMOUS glass data を示す (BRYAN & MOORE, 1976)

第6図　FeO*/MgO-TiO_2 ダイアグラム

a：オントンジャバ・プラトー
b：マニヒキ・プラトー
c：中部太平洋海山群，ライン諸島列及び中部太平洋海盆
d：カリブ海
(BURKE, et al., 1978)

第7図　年代のわりに水深の浅い海洋底

tholeiite) と名づけたい。

この火成活動の年代は，オントンジャバ海台ではバレミアン世からオーテリビアン世，マニヒキ台海ではバレミアン世からオーテリビアン世 (LANPHERE and DALRYMPLE, 1976の結晶年代)，ナウル海盆ではオーテリビアン世からヴァランギニアン世と考えられる(第4表)。従って，深海海台ソレイアイトで特徴づけられる火成活動の年代は，バレミアン世からオーテリビアン世 (一部ヴァランギニアン世を含む) と考えられる。ところで，中部太平洋海山群の西端では，バレミアン世まで掘削されたが，玄武岩層には達しなかった(TRACY, THIEDE, et al., 1979)。仮に，前述の仮説が正しければ，この基盤の火成岩も，深海海台ソレイアイトであり，また，その年代もバレミアン世からオーテリビアン世かもしれない (第4表)。

最後に(3)のタイプは，Site 167のマゼラン海膨でみられる，白亜紀前期からジュラ紀後期の海洋島ソレイアイトの火成活動である (第4表)。しかし，他とくらべその時代が古く，又マゼラン海膨以外では確認されていない。従って，その活動の空間的分布も判明しておらず，その実体は不明である。

セノマニアン世からアプチアン世にかけて，前述の火成活動のほかにもう1つの火成活動のピークがあるように思える。それは Site 66, 164, 166, 167, 169, 289, 462, 463でみられる (第4表)。Site 164, 166, 167, 289, 463では火山性起源の岩屑や火山灰の層だけしか得られていないが，Site 66, 169, 462では玄武岩が採取されている。Site 66では著しく変質しているために，その岩石種を判別することは不可能であるが，Site 169, 462では 深海海台を形成する 深海海台ソレイアイトに類似する 玄武岩が 得られている。この火成活動は，深海海台を 形成する活動に続く 火成活動の可能性もあるが，その詳細は 不明であ

る。また Site 171では，チューロニアン世からセノマニアン世後期と考えられる，海洋島ソレイアイトが得られている（第4表）。この火成活動の年代は，いままで述べてきたどの火成活動のピークにも該当しない。これは古モロカイ断裂帯に関連した火成活動かもしれない（BASS, MOBERLY, et al., 1973）。

以上より，中部太平洋における中生代の火成活動は，次の２つのタイプに大別される。

1) カンパニアン世からコニアシアン世にかけての火成活動；海洋島ソレイアイト，アルカリ玄武岩とその分化物，および超アルカリ岩で特徴づけられる。海山，線状諸島列を構成する岩石，および小規模の深海底貫入岩体として産出し，かなり浅所で発生したマグマと考えられる。
2) バレミアン世からオーテリビアン世（一部ヴァランギニアン世を含む）にかけての火成活動；深海海台ソレイアイトで特徴づけられる。マニヒキ海台，オントンジャバ海台，ナウル海盆でみられ，やはり浅所で発生したマグマと考えられる。

この２つのタイプは，各々ほぼ同時代に活動し，またその分布する地域の広がり，および浅所でのマグマ◎発生など，極めて特異なものである。その成因に関しては，さまざまな仮説が考えられるが，この小論で取り扱うことをひかえ，後にゆずりたい。

謝 辞

この小論をまとめるにあたり，東京大学海洋研究所の奈須紀幸教授，および加賀美英雄助教授，また通商産業省工業技術院地質調査所の井上英二博士に御指導，御鞭撻をいただいたことに心からの謝意を表する。また東京大学海洋研究所の小林和男教授，および ROBERT DIETZ 客員教授，また東京大学地震研究所の上田誠也教授，および荒牧重雄教授に有益な御助言をいただき，厚くお礼を申しあげる。なおこの小論をまとめたのは，筆者が IPOD の第61節に乗船したことがきっかけである。

参考文献

ANDREW, J. E., PACKHAM, G., et al., (1975) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **30**, Washington (U.S. Government Printing Office).

BASS, M. N., MOBERLY, R., et al., (1973) : Volcanic rocks cored in the central Pacific, Leg 17, Deep sea Drilling Project, *Initial Reports of the Deep sea Drilling Project*, **17**, Washington (U.S. Government Printing Office), 429-503.

BRYAN, W. B., THOMPSON, G., et al., (1976) : Inferred geologic setting and differentiation in basalts from the deep sea drilling project. *Journal of Geophysical Research*, **81**, 23, 4285-4304.

BURK, K., FOX, P. J., et al., (1987) : Buoyant ocean floor and evolution of the Caribbean; *Journal of Geophysical Research*, 83, 8, 3949-3954.

CLAGUE, D. A., (1976) : Petrology of basaltic and gabbroic rocks dredged from the Danger Island Troughs, Manihiki Plateau; *Initial Reoprts of the Deep Sea Drilling Project*, **33**, Washington (U.S. Government Printing Office). 891-907.

——, and BUNCH, T.E., (1976) : Formation of ferrobasalt at East Pacific midcean spreading centers, *Journal of Geophysical Research*, 81, 23, 4247-4256.

FICHER, A. G., HEEZEN, B. C., et al., (1971) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **6**, Washington (U.S. Government Printing Office).

GREEN, D.H. and RINGWOOD, A. E., (1967) : The genesis of basalt magmas, *Contrib. Mineral. Petrol,*, **15**, 103-190.

HAMILTON, E. L., (1956) : Sunken islands of the Mid-Pacific Mountains *Geol. Soc. Amer. Mem.*, **64**, 1-97.

HAWKINS, J. W. and NATLAND J. H., (1975) : Nephelinite and basanite of the Samoan linear volcanic chain; Their possible tectonic significance, *Earth and Planetary Science Letters*, **24**, 427-439.

HEEZEN, B. C., MACGREGOR, I. D., et al., (1973) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling*

Project, **20**, Washington (U.S. Government Printing Office).

——, MATTHEWS, J. L., et al., (1973) : Western pacific guyots, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **20**, Washington (U. S. Government Printing Office), 653-723.

HESS, H. H., (1946) : Drowned ancient islands of the Pacific basin, *Amer. Jour. Sci.*, **244**, 772.

JACKSON, E. D., BARGAR, K. E., et al., (1976) : Petrology of the basaltic rocks drilled on Leg 33 of the Deep Sea drilling Project, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **33**, Washington (U.S. Government Printing Office). 571-630.

——, and SCHLANGER, S. O., (1976) : Regional syntheses, Line Islands Chain, Tuamotu Islands Chain, and Manihiki Plateau, Central Pacific Ocean, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **33**, Washington(U.S. Government Printing Office) 915-927.

——, and WRIGHT, T. L., (1970) : Xenoliths in the Honolulu volcanic series; *J. Petrol.*, **11**, 405-430.

KRONKE, L. W., (1972) : Geology of the Ontong Java Plateau, University of Hawaii, *Hawaii Institute of Geophisics, Rep.*, HIG-725, 119.

LANPHERE, M. A. and DALRYMPLE, G. B., (1976) : K-Ar Ages of basalts from DSDP leg 33, site 315 (Line Islands) and 317 (Manihiki Plateau) ; *Initial Reports of the Deep Sea Project*, **33**, Washington (U.S. Government Printing Office), 649-653.

LARSON, R. L., (1976) : Late Jurassic and early Cretaceous evolution of the western centarl Pacific ocean, *J. Geomag. Geoelectr.*, **28**, 219-236.

——, and PITMAN III, W., (1972) : World-wide correlation of Mesozoic magnetic anomalies and its implications, *Geological Society of America Bulletin*, **83**, 3645-3662.

——, MOBERLY, R., et al., (1975) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **32**, Washington (U.S. Government Printing Office).

——, SCHLANGER, S. O., et al., (1978) : Volcanic complex found in the west-central Pacific, *Geotimes*, **12**, 21-24.

MACDONALD, G. A. and KATSURA, T., (1964) : Chemical composition of Hawaiian lavas, *Jour. Petrol.*, **5**, part 1, 82-133.

MACGREGOR, I. D., (1969) : The system MgO-SiO_2 and its bearing the distribution of TiO_2 in basalts, *Am. J. Sci. Schairer* **267**-A, 342-363.

MARSHALL, M., (1975) : Petrology and chemical composition of basaltic rocks recovered on leg 32 Deep Sea Drilling Project, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **31**, Washington (U.S. Government Printing Office), 563-570.

MENARD, H. W., (1964) : *Marine Geology of the Pacific*, New York (MacGraw-Hill), pp. 271.

MOBERLY, R. and HEATH, G. R., (1971) : Volcanic rocks corerd from the western and central Pacific, leg 7, Deep Sea Drilling project, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **7**, Washington (U.S. Government Printing Office), 1001-1026.

MYER, C. W., BENCE, A. E., et al., (1975) : Petrology of an alkali-olivine basalt from site 169 of DSDP leg 17, the Central Pacific Basin, *Journal Geophysical Research*, **80**, **5**, 807-822.

NATLAND, J. H., (1976) : Petrology of volcanic rocks dredged from seamounts in the Line Islands, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **33**, Washington (U.S. Government Printing Office), 749-777.

OZIMA, M. and SAITO, K., (1974) : 40 Ar/39 Ar ages of some submarine rocks and their geophysical implications (abstract), *Abstr. Program Int. Woollard Symposium*, **33**, Hawaii Inst. Geophys., Univ. Hawaii, 1974.

SCHLANGER, S. D., JACKSON, E. D., et al., (1976) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **33**, Washington (U.S. Government Printing Office).

STOESER, D.B., (1975) : Igneous rocks from leg 30 of the Deep Sea Drilling Project, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **30**, Washington (U.S. Government Printing Office), 401-414

SUTTON, G. H., MEYNARD, G. L., et al., (1970) : Wide-spread occurrences of a high velocity layer in the Pacific crust, found with repetitive sources and sonobouys, in structural and physical properties of the earth's crust, J. G. HEARCOCK, editor. *Geophysical Monographs*, 14, 193-209.

徳山英一, (1979) : ナウル海盆の火山岩複合, 体海洋科学, 11, 10, 838-844.

TRACY, V., THIEDE, J., et al., (1979) : Leg 62 probes the paleoenvironment, *Geotimes Feb.*, 24-26.

WEISSEL, J. and HAYES, D., (1971) : Asymmetric sea floor spreading south of Australia, *Nature*, 231, 518-522.

WINTERER, E. L., RIEDEL, W. R., et al., (1971) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 7, Washington (U.S. Government Printing Office).

——, EWING, J., et al., (1973) : *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 17, Washington (U.S. Government Printing Office).

——, LONSDALE, P. F., et al., (1974) : Structure and acoustic stratigraphy of the Manihiki Plateau, *Deep Sea Research*, 21, 793-814.

——, (1975) : Bathymetry and regional tectonic setting of the Line Islands Chain, *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 33, Washington (U.S. Government Printing Office), 731-747.

——, (1976), Anomalies in the tectonic evolution of the Pacific, The geophysics of the Pacific Ocean basin and its margin, *Geophysical Monographs*, 19, 269-278.

(1980年1月9日受理)

地学雑誌, 89, 3 (1980)

第3回化石クニダリヤ類国際シンポジウム報告

加　藤　　誠*

Report on the Third International Symposium on Fossil Cnidarians

Makoto KATO

国際古生物学連合 (IPU) の一機関として，International Association for the Study of Fossil Cnidaria がある。クニダリヤ類というのは，余り聞きなれない名称であるが，刺胞をもつ腔腸類の総称で，サンゴ，ヒドロ虫など，腔腸動物の殆んどがこれに入る。この協会は，ソ連邦科学アカデミー B. S. SOKOLOV 会員の提唱と，第1回の，ノボシビルスクにおけるシンポジウム開催をもって，1971年に発足した。北海道大学湊正雄名誉教授は，本年9月まで，その副会長であった。世界の化石クニダリヤ研究者は約400人で，以来，4年に一度集って，国際シンポジウムが開かれている。第1回には，湊　正雄，浜田隆士の二人が出席され，1975年パリで開かれた第2回シンポジウムには，御二人の他に加藤が出席した。

今回は第3回に当り，協会と，ポーランド科学アカデミー，および同古生物学研究所が組織者およびスポンサーとなって，ワルシャワにて，1979年9月24日～28日開催された。シンポジウムへの登録は24カ国より88人で，実際の参加は70人余りとみられる。これは，毎回の規模と，ほぼ同じ位だということである。日本からの参加者は，今回は加藤一名のみであったので，会議の模様をここに報告する。なお，中国から今回初めて二名の参加があり，盛んな歓迎を受けた。

会場は，ワルシャワ大学の地質学教室の大きな建物で，講演は，大講堂と，コゾロウスキー記念講堂の二会場でなされた。講演は topical lecture と称する4件には，討論時間も含めて1時間15分があてられ，一般講演には同30分があてられたので，充実した議論が展開され，小人数の学会の特徴が良く生かされて，稔り多い会議となった。

Topics として取り上げられたものは，

J, SORAVF: Biomineralization, structure and diagenesis of the coelenterate skeleton.

W. A. OLIVER: Phylogenetic relationship of the Rugosa to the Scleracfinia.

J. P. CUIF: Microstructure versus morphology in skeleton of the early Scleractinian corals.

J. FEDOROWSKI: Coloniarity in corals.

の4件である。

会議の公用語は英語で，発表者の殆んどが英語で講演した。講演はロシヤ語に同時通訳された。フランス語で話した人もあったが，これは英語に同時通訳された。討論，質問などは，英語，ロシヤ語，フランス語で行なわれ，会議の通訳者と，参加者のボランティヤ的通訳活動によって，極くスムースに進行した。

講演と討論についていえば，全体として，四射サンゴは初生的に方解石を，また六射サンゴは霰石を沈澱したものとする考えが広く受け入れられるようになったと感じた。しかし，SORAVF 教授の講演をめぐって，骨格の微細構造については，センイ状の炭酸塩鉱物の集合体が本来のものであるとする日本，アメリカ，西ドイツ，オーストラリヤの研究者に対し，薬片状構造や，あるいは微粒状構造もあるのだとするフランスの研究者との間に意見が分れて，白熱した討論となった。たまたま筆者は，開会式と，これに続いた SOR-

* 北海道大学理学部地質学鉱物学教室　Department of Geology & Mineralogy Faculty of Science, Hokkaido University

AVF 教授の特別講演との司会を勤めたのであるが，各国語のとび交う質疑や討論を理解して，さばき，かつ，これをまとめて行くのは容易ではなかった。今回の会議がポーランドで行なわれたにもかかわらず，公式の席では，如何なる場合にもポーランド語は一切使用されなかったのは参考になる。我々にとっては言葉の障壁は，やはり仲々大きく，いかなる規模でも日本で国際会議を開くような場合には，斯界をリードするような優れた研究が，わが国でどしどし行なわれることと同時に，それらの研究が，視野の広い，言葉の上でも不自由のない人々をも育て，会議の運営がそれらの人々によって円滑に進められるようにならなければ，全く形式的な，無意味なものになってしまうのではないかと強く感じた。このように，科学の“国際性”を考えれば，わが国でも，国際会議には，年配の方々や，特定の研究者だけが出席するような状況を脱して，どしどし若い研究者を育て，それらの人々を派遣するような方向に進めることが大切であるように思われる。

さて，四射サンゴと六射サンゴの系統関係については直系説 (CUIF) と二系説 (OLIVER) があって，それぞれ譲らず，面白い議論が展開された。この二説は古くから論議を呼んでいる問題であるが，この場合にも，骨格の微細構造が一つの決め手と考えられているのが注目された。

また，ソ連の SPASSKY 氏のように，サンゴが単体であるか群体であるかが，分類上重要であるとする考えを意識して，coloniality とは何かという問いかけがなされた (FEDOROWSKI)，ちなみに SPASSKY は，四射サンゴを単体の Solitaria と群体の Associata の二群に大別しているのである。

一般の講演の中にも，上述した諸問題に関連のあるものが，かなりあり，興味深かった。筆者は，湊 正雄，新川 公，川村信人，中井 均，芳賀荘一の諸氏と共同で，日本のシルル・デボン紀サンゴ化石について報告したが，比較のため，ゴトランド島におけるシルル紀サンゴ類の分布についてもふれ，いづれも好意的に受けとめられたように感ぜられ，嬉しく思った次第である。

講演は昼食を挟んで午前と午後のセッションに分れ，それぞれ中間に，お茶の時間（休けい）が設けられ，これが討論会の延長のような感じであった。もっとも，外国からの参加者は，すべてワルシャワのグランドホテルに宿泊していたので，そこでも討論の機会は充分あったわけである。

日本は，矢部長克，早坂一郎，杉山敏郎，江口元起，湊 正雄他諸先達の輝やかしい業績によって，クニダリヤ化石研究では伝統のある国であるが，各国の人々から湊 正雄，小西健二，浜田隆士，森 啓氏らの最近の消息や仕事について尋ねられることが多く，わが国の研究者の仕事が大いに注目されていることを感じ，甚だ心強く思ったことであった。

なお，シンポジウムで発表された論文は，いづれポーランドの古生物学雑誌である Acta Palaeontologia Polonica にまとめて掲載されることになっている。

講演会場の他に，一つ展示会場が設けられていて，標本や文献とともに，会場で発表されなかった論文の展示が行なわれていた。学会の事務局もここに設けられていた。

シンポジウムの会期の終日に総会があり，議事の中で，日本からの評議員が現在の1名（加藤）から2名に増やされ，中国から新たに2名の代表を選出することが決った。新会長にはポーランドの J. FEDOROWSKI が選ばれた。また，次回，第4回シンポジウムは，アメリカ合衆国ワシントン市にて1983年開催と決定した。さらに次の1987年シンポジウムの開催候補地として，オーストラリヤとイタリーの二国より招請がなされた。日本での開催を望む声も多く聞かれたが，受け入れ態勢にも，標本の管理にも，さらには適当な巡検地についても問題のあるわが国の状況を知るものとして，困惑を覚えた次第であった。

会議の後の地質巡検は，9月28日より10月2日まで，ワルシャワから南下して，Kielce 市付近と，クラコウ市付近の，石炭，デボン系を中心に実施され，外国からの会議参加者の約 $^2/_3$ が加って，これも盛況であった。巡検期間中はお天気も良く，各研究者同志の交流は，会議期間中よりもさらに緊密で，得る所が多かった。例えば中国の兪昌民博士によると，わが国の上部シルル系に特

有な *Schedohalysites* は中国ではむしろ LLandovery 統に多く産し，同じく三葉虫 *Coronocephalus* はむしろ Wenlockian だとのことであった。*Calceola* は中国ではむしろ Emsian に普通で，このようにいろいろと新しい，参考になることが多く聞かれた。中国では，サンゴ化石研究者が目下60人位はいる由で，ソ連にならび，サンゴ化石研究大国だということである。

この機会についでに述べると，協会は，年2回 Fossil Cnidaria News Letter とよぶ連絡機関紙を発行しており，わが国では，北海道大学理学部の加藤　誠が連絡，通信員となっている。購読希望の方は，年間会費 800 円を添えて御申込み頂きたい。会誌には，新発見，論文紹介，研究者の住所録，タイプ標本の所在など有意義なニュースをのせており，現在はアメリカで編集されているので，購読者には会誌がアメリカから直送されるシステムになっている。なお，編集は来年度よりオーストラリヤの J. S. JELL 博士に交替となる予定で，この機会に購読会費も値上りするかもしれないという。

以上のように，このシンポジウムについて結構づくめのように紹介したが，今回の最大の難点は，会議のプログラムや，講演のアブストラクトが，会議がはじまり，登録が行なわれた当日になってはじめて配布されたことにあろう。自分の講演の日取りが，それまで何もわからないので，多くの人々が不安を感じていた。会議場でのスライド映写の設備は余り調子が良くなくて，日本製のプロジェクターを備えるべきだ，などという何か皮肉な野次も聞かれた。巡検では宿がかわる毎に，パスポート提出，外人登録があるのもわずらわしく，食事に時間がかかって見学の実時間が少くなるなどの点にも問題があった。採集した化石の国外持出しや，送り出しにも制限があり，不便を覚えた。しかし，学会を運営したポーランド側研究者の熱意と努力と，情にあついポーランド人の体質とによって，今回のシンポジウムは大成功を収めたものといえるであろう。これらは，ショパンの生家できいたピアノのコンサートと共に筆者に強い感動を与えたのであった。

追記：連絡誌の購読料は 1980 年度より，年間 1,500 円に改訂された。

(1979年12月11日受理)

地学雑誌 89, 3 (1980)

R. PUMPELLY の渡島地質図から本協会の東亜地質図まで

小 林 貞 一

From R. PUMPELLY's Geological Map of the Oshima Peninsula to this Society's Geological Atlas of Eastern Asia

Teiichi KOBAYASHI

Raphael PUMPELLY(1824-1923) と William Phipps BLAKE (1826-1910) の二人は江戸幕府が招聘した最初の科学技術者であった。前者は地質と鉱山の，また後者は鉱物と鉱山の専門家として米国から文久2年 (1862) に来日して約1年間北海道南部の地質調査を行い，鉱山を調べ，採鉱上に初めて火薬の利用を伝えた。そして鉱山学校を開設して地質調査や鉱業技術を教えた。

この間に渡島・後志地方を2回に亘って実地に踏査して，その路線観察に基く蝦夷南部の地質図を1866年に公表しているが，これは日本地質図史の発端となる作品であり，おそらく東亜地質図中でも最初のものであろう。

この地質図と地質断面図のうちには，珪岩・粘板岩などの古期岩層とこれを貫ぬく花崗岩類を基盤として，火山噴出物と炭層を伴う若い地層，そして更に新しい段丘堆積物と冲積地が識別されている。

B氏はその後に当時ロシア領であったアラスカを経由して帰国し，アラスカ購入に関連して報告をした。P氏は中国政府すなわち清国政府に招かれて北京西方の炭田調査を行い，また華北・内蒙に股り東径100—122度，北緯20—40度の広い地域を踏査した。そして一万呎を越える厚い泥盆紀石灰岩とこれを広く被っている夾炭層があり，この夾炭層から採集した植物化石を NEWBERRY が中生代と鑑定したので，この地層を中生代のものと考えた。これらの地層の間に時代不明の花崗岩や変成岩が散在し，北縁部では玄武岩や流紋岩の小地域を認めている。第6図 Hypothetical Map of the Structure of China にはこれらの地層や岩類の分布が描かれていて，四川の屏山以東揚子江沿いの地質断面図を添えている。北京の東方・南方に当る直隷（河北)・山東・安徽・江蘇等には第三紀後の低地があり，黄河や揚子江流域の湖北・四川・陝西にも第三紀後の小盆地がある。また北京北西方の洋河や桑乾河の流域にはロームからなる第三紀後の段丘堆積物が発達している。これがいわゆる中国の黄土でその産状・性質・分布等を詳しく調べて，これを湖成堆積物と考えている。第2図は着色した洋河地域地質図で，中国で最古の地質図ではあるまいか。第3図は直隷北部と蒙古南部に股る地質断面図である。中原の新しい地史としては黄河三角洲の変遷を精しく分けて第4～5図に示している。

現在の知識で見れば華北に広く分布するP氏のいわゆる泥盆紀石灰岩厚層は寒武奥陶両紀及び震旦紀の大石灰岩層であろうし，またこれを広く被うている華北のいわゆる中生代夾炭層の大部分は，石炭系上部ないし三畳系下部の朝鮮の平安系に相当するもので，中生代中上部の夾炭層はあってもむしろ一部であろう。

因みに平安系上部に相当する華北の石千峯層の時代は長らく問題であった。最近陝西渭北地区，すなわち西安の北西の数カ所で Eumorphotis その他の化石が数層から発見されて下部三畳系に達していることが証明された。(殷鴻福・林和茂(1979)：陝西渭北地区三畳紀海相化石層併論石千峯的時代

地層学雑誌, 3, 4, 233-241)。

P氏はその後1864—65年にシベリアを横断して St. Petersburg すなわち Leningrad を経て帰国した。そしてその翌年 Geological Researches in China, Mongolia and Japan during the years 1862-1865, 144 pages, with 9 plates. Smithsonian Contributions to Knowledge, 4, 1966を著した。本誌口絵の南蝦夷踏査地質図はその第9図版である。本著のうちには日本に関する記事が次の1章と2附録として載っている。

Chapter IX. Geological itineraries of journeys on the island of Yesso in Northern Japan.

Appendix No. 2 : Analysis of Chinese and Japanese coals by James Macdonald.

Appendix No. 3. Letter from Mr. Arthur Mead Edwards on the results of an examination under the microscope of some Japanese infusorial earths and other deposits of China and Mongolia.

附録2には北海道の岩内, 樺太の Dony 島や北京西方の Teyih, Chingshui (清水), 南西方の房山, 湖北の Kwei (帰州), 湖南の湘潭, その他の石炭の分析結果がある。

附録3のうちには北海道南部磯谷の火山灰層, 函館東方の根田内の資料が含まれていて, 特に後者には Cocconeis を初め16属の珪藻を識別して, 海成第三紀のものとしている。

本著は明治維新の前年に上梓され, ライマンを初めその後の研究調査に魁けるものであるが, 東亜地質から見てもリヒトホーフェンの China に先んずる重要な論文である。P氏は本著の Chapter VII. The Sinian system of Elevation, p. 67-69中に次の如く述べている。

I have taken the liberty of giving this name to that extensive N. E. S. W. system of upheaval which is traceable through nearly all Eastern Asia and to which this portion of the continent owe its most salient features.

その第7図 Map of the Sinian (NE-SW) System of Elevation of Eastern Asia には中国からシベリア中東部までの水系図と断面図を附している。

P氏のこの発想はやがて小藤文次郎の An Orographic Sketch of Korea, 東大紀要理科19冊第1冊, 1903中の朝鮮半島を3方向性を以て解析した山岳論へと発展した。小藤はそのうちで震旦方向は半島南部で支配的で, 半島北部では ENE-WSW の遼東方向が優勢で, 先在する両者を切って NNW-SSE の朝鮮方向の発展に依って半島の地形が形成されたと説いている。

E. SUESS (1885-1909) の Antlitz der Erde, 4 Bde. で代表されるように当時の地質構造論は多分に地貌論的であった。東亜に於ては F. v. RICHTHOFEN の Geomorphologische Studien aus Ostasien. Sitzungsberichte der königlich Preusschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

I. Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asiens. Bd XL, 1900

II. Gestalt und Gliederung der ostasiatischen Küstenbogen. Bd. XXXVI 1901.

III. Die morphologische Stellung von Formosa und den Riukiu-Inseln. Bd. XL, 1902.

IV. Ueber Gebirgeskettung in Ostasien, mit Ausschluss von Japan. Bd. XL, 1903.

V. Gebirgeskettung im japanischen Bogen. Bd. XL, 1903.

があり, IV, には東亜の曳裂弧説があり, また, Vの日本列島地質構造論では内帯を秦嶺山系の, そして外帯を南支那山系の延長と見做し, 九州中部は中間性地域として Das Nagasaki-Dreiecke (S. 39) と呼称した。この長崎三角地域はその後矢部長克 (1927) の日本地質構造論に於いて重視された。

序乍らP氏が地質構造論の用語として震旦方向を提唱したのに対して, 1882年にR氏は東亜層序論の用語として震旦層列を命名した。DAMES が南満洲太子河区域から寒武利亜紀三葉虫を China の四巻に記載したのはその翌年であって, R氏はこの層列の上部を寒武紀としている。その後震旦系は寒奥両系に用いられ, GRABAU (1922) がそ

の活用について詳論し，現在では先寒末期の層序単位として広く使用されている。それと準平行的に朝鮮半島で井上・中村両氏が層名を提唱した。下表に示すように

R氏の震旦層列≒楽浪累系一奥陶系

W・B両氏の震旦系＝朝鮮系（狭義）

中村氏の祥原系＝震旦系

ということになる。

け PALACHE と VASSER の両氏は 1925 年に氏に因んで pumpellyite を命名した。

Ferdinand von RICHTHOFEN は1868-1872の間に中国本部を広く踏査して，その結果を China 5巻 (1877-1921) に取りまとめた。その前3巻は自著で，後2巻は氏の蒐集化石に基く多くの古生物学者の共著で，中国地質の古典として最も重要なものといわれている。

China	RICHTHOFEN, 1882	Sinische Formationsreihe		
	WILLIS & BLACKWELDER, 1907		Sinina System	
	GRABAU, 1922	Sinian	Cambrian	Ordovician
Korea	井上禧之助，1907		朝鮮層*	
	中村新太郎，1926	祥原系	朝鮮系	
	中村新太郎，1927	楽浪系		

中国の震旦系と朝鮮半島の朝鮮系

* 朝鮮地質総図(1928)の朝鮮系中北鮮のものの過半が祥原系に属することが後にわかって来た。

さて日本や東亜の地質の先駆者 R. PUMPELLY は大旅行から帰国してハーバード大学の教授となり(1865)，その後ミシガン地質調査所員(1869)，ミズリー州地質調査所長 (1871)，northern transcontinental survey の長 (1872) などを歴任して，U.S. 地質調査所の先寒武利亜部主任となった (1884-1890)。その後の経歴は私には詳でないが，P氏と同じく中国の地質調査に偉大な功績を残している WILLIS がP氏の追悼の辞に次の如く賞讃している。

He (PUMPELLY) was a Marco POLO, penetrating the Celestial Empire when it was still closed land. He was a HUMBOLDT, traveling in quest of an understanding of the world.

氏は晩年に至るまでアジアの地質に対して深い関心を持ち，次の論文を残している。

PUMPELLY, R., (1906) : Cause and aridity of Central Asia, *Bull. Geol. Soc. Am.* **17**, 939,

——(1926), Location and character of basin system of Central Asia. *Ibid*. 649, 641.

P氏はまた paragenesis に対しても先鞭をつ

P氏とR氏の踏査の間にも当然若干の調査研究があり，論文・報告として発表されている。それらの多くは手近に見られないもので，学史に興味ある人が機会を得た時に，当って見られるための参考としてここに列記しておく。

BICKMORE, A. S. (1867) : Sketch of a journey from Canton to Hankow through the province of Kwantung, Kwangsi, Hunan with geological notes. *Jour. N. China Br. Roy. Asiat. Soc.* (*N.S.*) **4**, 1-20.

——(1867) : Some remarks on recent elevations in China and Japan. *Jour. N. China. Branch. Roy. Asiat Soc.* (*N.S.*), **5**, 58-65.

DAVID, R. P. Armand, (1866) : Journal d'un voyage en Mongolie fait en 1866. *Mus. Bull. Tome* **3**, 18-96, pt. 1.

——(1869) : *Journal d'un Voyage en Mongolie et d'un Chine dans le Kiangsi*, 1867-1869. Paris.

LAMPREY, (1865) : Notes on the geology of the great plain. *Jour. N. China. Br. Roy. Asiat. Soc.* **2**, 1-18.

KINGSMILL, Th. W. (1863) : Geology of the east coast of China, *Journ. Geol. Soc. Dublin*, **10**. 1 ; Dublin Quart. Courn. Sci. **76**.

——(1865) : A sketch of the geology of a portion of Quang tung province, *Journ. North China Br. Roy. Asiat. Soc.* [*n.s.*] **2**, 1-38.

——(1866) : Notes on the coal fields in the south eastern provinces of China, *Journ. N. China. Br. Roy. Asiat. Soc.*, **3**, 94.

——(1868):Notes on the Geology of China, *Quarterly. Journ. Geol. Soc.*, **25**, 119-138.

——(1869) : Geology of China, *Journ. N. China Br. Roy. Asist. Soc.*

——(1871) : The probable origin of deposits of loess in N. China and eastern Asia: *Quart Journ. Geol. Soc. London*, **27**, 376-384.

——(1886) : The Geology of the Asiatic loess, *Nature*, **47**, 30.

——(1886) : The flagstones and conglomerate of Ning-kang in Northern Chekiang. *Chin. Rec.* **17**, 85-90.

SKERTHY, S. B. J. and KINGSMILL, T. W. (1894):On the loess and other superficial deposits of Shantung. *Phil. Mag.* (5), **40**, 150 ; *Quart. Jour. Geol. Soc. London*, **51**, 238-253.

——and——(1894), *The Future of the Port of Shantung, a Geological Study*. Printed and published at North China Herald Office. 22.

シナ本部の地質調査としてはR氏に続いてSzechenyi 科学調査団 (1877-1880), B. WILLIS, E. BLACKWELDER らの Carnegie Expedition (1903), J. DEPRAT の雲南調査 (1909-1911) その他の重要な調査研究が行われた。(章鴻釗, 1943)。東京地学協会の支那地学調査は明治43年 (1910) 以降数次に亘って行われ，その成果は3巻の報告にまとめられている。英文の第3巻（大正9年）は古生物学篇で，他の2巻（大正6年）は邦文で残念乍ら海外で引用されていることが甚だ稀である。それに続いて200万分1の南支那地質図が大正9年に，北支那地質図が大正12年(1923)に出版された。これらは支那本部の最初の地質図として貴重な産物であった。両図のうち特に精度の高い後者が頒布に先き立って，関東大地震のために殆んど全部焼失してしまった。しかし協会では創立50周年記念事業として200万分の1東亜地質図 (1929) が出版されることになり，南北支那の両図はそのうちに再現された。

この東亜地質図は東径100—148度，北緯22—52度の全域に，その北東に突出する千島図幅を加えて17図幅からなっている。その東南半は専ら大正15年 (1926) 出版の200万分1日本帝国地質図に拠っている。残余の部分に於ても未発表のデータも含めて邦人の調査資料が相当多く山積していた。それらの資料は海外の参考資料と併せて作図に利用された。

シナ本部の地質分類については「本協会の支那地質調査の概要」(小林, 1966) の第1・2表に示しておいたように地域的にもまた地質時代的にもそれはほぼ出来上って来ていた時期であった。また蒙古については BERKEY と MORRIS の Geology of Mongolia, 1927が出ていたし，満洲の地質も相当よく判っていた。それ故，本地質図の範例は76に分れている程の精度のものであった。本図こそ本協会のよき記念出版物であり，その作者を見ると殆んど全部が明治時代の大学卒業生で当時の日本地学者の東亜地質への貴重な贈物であった。

その後本協会では昭和7年に400万分の1南洋地質図4図幅を出版したが，これは専ら外国人の資料の編輯で，その出来も決して立派とはいえない。それに次ぐ1000万分の1東亜及び南洋地質総図は昭和8年 (1933) に出版されたが，その縮尺から見ても精度は著しく落ちていた。

大陸では1912年中華民国の建国以来1916年には地質調査所が，また1922年には中国地質学会が設立されて，斯学の調査研究が着々と進められ，特に古生物学上では目覚しい成果が発表された。地質図の作成では何分にも国土が現日本の約26倍もあ

るほど広大で，図幅を重ねることは出来なかったが，J. S. LEE の The Geology of China, 1939 は中国地質図説明書の欠を償い，その第9章として附せられた Regional Stratigraphy には地区別の53層序が示されている。本著ではまだいわゆる中国本部を主体として記述されているが，黄汲清は1945年 On the Major Tectonic Forms of China に於て，新疆・西蔵を含む中国全土の地質を取扱った。本著は1952年に中国主地質構造単位と題して曾莫休・龔素経の漢訳本が北京の地質出版社から出版された。(小林・胡，1958)

1949年中華人民共和国の成立以来にもまた顕著な地質調査の進歩があった。李四光の地区別層序は中国地質学編輯委員会・中国科学院地質研究所編，中国区域地層表(草案，1956，补編，1958)に取纏められた。また黄汲清の中国地質構造論は黄汲清・張正坤・張之孟・陳国銘(1965)，中国的優地槽和冒地槽以及他們多旋廻発展，中華人民共和国地質部，地質科学院論文集，丙種，1号として改訂された。そして最近に中国地質科学院地質砿産所編(1976)中国地質構造図，1千万分の1が出版され，その説明書ともいうべき An Outline of the Tectonic Characteristics of China. By Group of Tectonics, Institute of Geology and Mineral Resources, Academy of Geological Sciences, Peking, China, 1977 が続いて出た。そしてこれと前後して中国地質科学院主編(1976)中華人民共和国 1/4,000,000 地図出版社，北京が立派に出来上った。その図例を見ると先寒23，古生界34，中生界23，新生界13，に系間乃至未詳層群21を加えて合計114，火成岩は 26 に岩相や第四紀類型別など27を加えて計53，総計 167 に区別されている。

これより先き United Nations, Economic Mission for Asia and the Far East (ECAFE) の Geological Map of Asia and the Far East, 1/5,000,000, 6 sheets, 1959と Explanatory Brochure 74 pp. Index map, 1961 が出版された。これはインドの地質調査所長が責任者となって編輯した労作で，西はインドから東は日本・イリアン西部をおふている，その凡例は堆積岩・変成岩が31，火成岩が33，合計64で，所々にブランクが目立っていて，中国西部の広大な面積が白くなっていた。東南アジアの地質が長足の進歩をとげたのは丁度この図の出来た以後である。19世紀前半に西欧で地質系統が確立して地質調査が軌道に乗った。長らく取り残されていた東南アジア中帯の層序が生層位学的研究によって樹立されたのも最近で，今南洋地質図を，そして東亜南洋地質総図を再製すれば相当立派なものが出来るであろう。

終りに本稿の執筆中に援力を煩わした東大の花井教授，速水・島崎両助教授および金沢大学の小西教授に謝意を表する。

参考文献

章鴻釗著，前田隆良・能谷嘉之訳 (1943)：支那地質学発展史，支那文化双書，人文閣，

土井正民 (1977)：わが国の19世紀における近代地学思想の伝播とその萌芽，広島大学地学研究報告，2，170.

小林貞一 (1956)：東亜地質上巻，朝倉書店，アジア地質の文献，82-85，東亜地質の探究略史と文献，247-253.

——(1969)：本協会の支那地質調査の概要，地学雑誌，78，3，138-140.

——(1979)：100 万分の一日本地質図第2版と揺籃期の日本地質図史，地学雑誌，88，4，264-271.

——：胡忠恒 (1958)：黄汲清氏の中国地質構造論，地学雑誌，67，1，41-52.

MERRILL, G. P. (1906) : Contributions to the History of American Geology, *Rep. U.S. Nat. Mus. for* 1904, 189-734, 37 pls.

RAYMOND, R. W. (1910) : Memoir of William Phipps BLAKE, *Bull. Geol. Soc. Am.* 22, 36-47, 1 pl.

WILLIS, B. (1923) : Memorial Tribute to Raphael PUMPELLY, *Bull. Geol. Soc. Am.* 35, 42-43.

YABE, H. (1927) : The Median Line of Southwest Japan; its Position on the Island of Kyushu, *Proc. 3rd. Pan-Pacific Sci. Congr. Tokyo, 1926*, 1, 533-541.

(1980年3月6日受理)

書評と紹介

日本のポットホール
伊藤隆吉，古今書院（1979）132頁。

わが国の甌穴(おうけつ)は，今世紀初頭に脇水鉄五郎が木曽の寝覚の床で，河蝕型式を論じたのが研究の緒であったという。その後，特異な形態とともに観光資源としての資格からも注目され，各地からの報告・記載が相次ぎ，そのうち顕著なものについては周知の通り，天然記念物に指定されている。

日本の地形的特性の一つとして，河床勾配が非常に大きいことを挙げるのは容易であり，その意味からポットホールの発達が良いことを予想するのも当然である。ところが，わが国におけるポットホールの徹底的研究は少なく，それだけに本著の著者が40年をこえてこれと取り組んできたことは，意義も大きく，したがってまた成果も著しい。

ポットホールの形態論は，必然的に成因論に結びつくものであって，詳しい観察と数多くの良い事例を得ることが，研究上不可欠の条件となる。わが国では，一般に河床面，それも花崗岩質岩など均質岩体上の甌穴がポットホールの全てであるように理解されてきたきらいがあり，砂泥互層など堆積岩体上に発達するもの，海蝕に由来するもの等は，あまり注目の対象とならなかった。本著には，こうした“常識”を破って，多様な基盤と原因とを持つ美しいポットホールが紹介され，適切な写真類が65葉も収載されている。

国内のポットホール群分布地のうち相当部分を著者は実施に踏査しており，随所に国外の事例や研究の引用もあって，広い識見に立って成因解明に努力していることがうかがわれる。本文は次の4つの章に分けられる。

Ⅰ　河流侵蝕についての研究――主として河蝕型の分類――
Ⅱ　愛知県北設楽郡東栄町内河蝕地形等調査概要
Ⅲ　飛水峡における甌穴侵蝕の地形学的研究
Ⅳ　波の侵蝕と海蝕甌穴

巻末には Pothole Erosion in Japan のタイトルのもとに，英文要旨（6頁）が付されている。なお，各写真の説明にも和英両文が添えられているのは，外国人を意識しての編集方針とみられ，日本の自然紹介の一助となろう。

当然のことながら，ポットホールの成因については，侵蝕営力のタイプと岩盤の性質との相互関係によって，いくつかの典型的な形に関して述べられている。ただ，河蝕全般という立場からみると，広義のポットホールは，例えば滝壺のように通常の甌穴の域からはみ出てしまうものもあり，穴の規模や河床形態とのかね合いでもう少し詳しく論じられてもよかったのではないかと思われる。また，水平成分の卓越した円筒流による穴を，とくに定義して洞穴と呼ぶことを提唱しているかに読みとれるが，洞穴という語自体は通常単なる形態上の意味で用いられている事情を考えると，必ずしも適切ではないかもしれない。

上述のようなマイナーな批判と，誤植が多少残っている点とを除くならば，本書はまことに良い河蝕現象の解説書であるとして何らはばかるところはない。分野という点ではちょうど地理学と地質学との接点におかれるこうした対象が，このようにまとまった形で刊行されたのは，よろこばしい限りである。両分野の学徒・研究者はもちろん，自然現象一般に興味を抱いている読者全般にとって，貴重な手引きの書となることは疑いない。地質学サイドからは，この著自体はそれほど深く立入ってはいないが，地質構造，とりわけ断層系との深い関連が示唆されており，今後そのような方向からの検討がまたれる。

多くの図版を活かすべく，印刷は上質紙を用いてあるし，文章も難解な専門用語を極力消化してあって読み易い。しかしながら，何といっても印象に残るのは，著書全体ににじみ出る著者の研究に対する意欲であり，さすがベテランの筆，という実感が湧いてくる静かにして地味な迫力である。　（浜田隆士）

I. Burton, R. W. Kates, and G. White: The Environment as Hazard. Oxford Univ. Press, 1978, 240 p.

G. White は，シカゴ大学，コロラド大学を通じて，長く災害と人間行動との関係について研究を重ね，また，米大統領府のアドバイザーとしても活躍してきた。I. Burton と R. W. Kates は，G. White に師事し，同様な研究を重ねているとともに，ニュージオグラフィーの旗手としても名が知られている。現在，G. White はコロラド大学を退官したが，I. Burton はトロント大学，R. Kates はクラーク大学で研究を重ねている。

National Science Foundation が，1967年以降，クラーク大学，コロラド大学，トロント大学に自然災害研究に対して財政援助をすることを決定した。これにより，著者らの研究は，それまでの水害と氾濫原での対応というテーマから，水害に限らず諸々の自然災害とその対応へと，研究対象が広げられた。この財政援助による報告の一部は，Natural Hazard Research Working Paper として前記3大学から出版されている。

さらに，国際地理学連合の人間環境委員会でも，自然災害の研究がとりあげられ，加えて，UNESCO の援助もあって，研究対象地域が全世界に拡大され，各国の研究者が協力することになり，その結果を持ちよって国際シンポジウムを開催することも可能になった。1970年8月にはハンガリーで会議が開かれ，提出された論文の一部は，M. Pécsi と F. Probald により編集されて，Man and Environment (Hungary Academy of Science, 1974) としてまとめられている。また，1972年7月にカナダで開かれた会議に提出された論文の一部は，G. White により編集されて，Natural Hazards: Local, National, Global (Oxford Univ. Press, 1974) として出版されている。

ここに紹介する The Environment as Hazard は，これら過去に蓄積された研究をはじめ，それ以降の研究成果の要約としてまとめられている。

各章の目次と内容の概略は以下のとおりである。

第1章　環境は災害をより発生しやすくなりつつあるか？

1970年のバングラディッシュの水害，1972年に米国東部を襲った熱帯低気圧，アグネスによる災害などの例をあげながら，開発に伴なう災害の変質と，被害ポテンシャルの増大が論じられる。

第2章　災害，対応，選択，

この章では，著者らのこれまでの研究の基本的テーマが概述される。自然災害の環境問題としての捉え方，自然災害への諸々の対応のしかた，そして，どのような対応を選択するか，また，その選択に与える要因は何か，という問題がのべられる。

人間行動に影響する環境としての自然災害は，その規模，頻度，継続時間，被害地域の大きさ，災害の前徴からピークまでの時間，地域的な分布のパターン，災害の発生から終息までの経過，という7つの要素で測定可能であるという。

対応は，災害現象の認知のしかたや，被害を調整する機会を知覚しているかどうかにより異なり，祈るなどの行動から，より積極的に自然災害に立ちむかう各種の行動まで，様々な段階のものが示される。そのうちのどの対応を選択するかは，個人のレベルから，国家もしくは世界のレベルまで，様々に異るし，選択の意志決定に関連する問題も様々であることが示される。

第3章　経験の範囲，第4章　個人の選択，第5章　集団的活動，第6章　国家政策，第7章　国際活動，

これらの五つの章では，災害の経験による対応やその選択のちがい，個人レベルから国際レベルまでの各レベルによる選択のちがいや，選択をするために働く要因，および，それに伴なう諸問題がのべられる。各章とも，いくつかの実例が示され，理解しやすいように配慮されている。

第8章　自然の極値と社会的反発，

この章では，まとめとして，自然災害への対応の変遷が，自然科学の発達，技術水準の向上，社会の進化，および，人間との相対的関係からみた自然環境の変化，などとの関係から，時系列的にのべられ，また，それに伴なう自然災害の変質が

総括される。さらに，その結果に基づき，自然災害の少ない環境作りへの見通しが示されるが，必ずしも展望が明るくないことが指摘される。

本書では，熱帯低気圧（サイクロン，ハリケーン）による水害，地震災害，旱ばつ，山火事など，様々な災害について，20か国以上での実例を扱いながら論を進めているため，かなり総花的な記載となっているという感はまぬがれないが，自然災害研究への全体のフレームワークを知る上で，非常に参考になる。さらに，シカゴ大学の地理学教室から出されている Research Paper に発表された一連の研究や，G. WHITE が共著者になっている Assessment of Research on Natural Hazards (MIT Press, 1975)，R. W. KATES が共編者になっている Reconstruction Following Disaster (MIT Press, 1977) などをあわせて読めば，自然災害研究のより具体的な全体のフレームワークが理解できよう。

日本での自然災害研究は，すでに今年で第17回をむかえる自然災害科学総合シンポジウムにこれまで提出された論文の内容にもみられるように，そのほとんどは現象の解析，もしくは，対策技術に焦点があてられ，社会経済的側面からのアプローチが，広く取組まれているとは思えない。災害対策には，土地利用規制や流域管理など，いわゆるソフトな対策を含めた総合的な対策が必要であるという指摘がよくされるが，具体的な施策は示されないことが多い。このような現状を考えるとき，本書でのべられている自然災害研究のフレームワークは，研究の出発点として参考になろう。

なお，今年９月１日～５日にかけて，東京の日本都市センターを主会場にして行なわれる第24回国際地理学会議では，"環境としての自然災害"というテーマで，シンポジウムとそれに付随するワークショップが持たれることになっている。このシンポジウムには，G. WHITE をはじめ，多数の自然災害研究者の出席が予定されている。水害，震害，マスムーブメントによる災害，旱害などをテーマに，本書でのべられたフレームワークをより具体化した諸事例について，活発な議論が行なわれることが期待されている。（松田磐余）

協会記事

図書委員会（54年度第６回　昭和55年３月７日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，前島，戸谷，平山，浜田各委員

議　事：前回議事録を承認，作業記録を一部訂正の上承認した。また，坂倉理事より２月６日の理事会における図書に関する事項審議の結果について報告が行われた。図書整理の状況についての委員長からの報告に基き，次回理事会への報告事項，最終作業日程等についての検討が行われた。

将来検討委員会（昭和55年３月14日）

出席者：末野委員長，岩生，片山，川上，坂倉，佐藤，平山，前島，森本，渡辺各委員

議　事：

1. 昭和55年２月20日に開催された将来検討委員会における出席委員の意見および前もって文書で提出された委員の意見をとりまとめたものについて報告があった。これらは将来検討委員会に関する意見，東京地学協会の役割り，事業等に関する意見，その他である。
2. これらについて種々討論が行れたが，協会の将来構想，問題点等に関しさらに検討を行い，昭和55年末までに答申を提出することとした。

百周年記念事業実行委員会（昭和55年３月18日）

出席者：木内，池辺，佐藤(光)，前島，斉藤，坂倉，川上，片山，浜田，渡辺(光)，湊各委員

審議事項：

保柳委員長病気のため佐藤委員が代理となり，中間収支調書の確認および今後の計画（総目録の出版，地学雑誌百周年記念号の買上げ）を審議した。

会館委員会（54年度第８回　昭和55年３月21日）

出席者：山内委員長，梅沢，片山，坂倉，佐藤，式，平山各委員

議　事：

55年度会館委員会予算案を検討。一般会計予算と合せ公認会計士の了承をうけたのち理事会に提出することとした。

理事会（54年度第７回　昭和55年４月７日）

（３月28日の予定を都合により変更）

出席者：坪井会長，木内副会長，川上，木村，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事，矢嶋監事

議　事：

1. 猪郷久治，榊原雄太郎，石川　醇，三宅輝海，森　啓，森　一男，家坂貞男，佐藤俊典，村岡次郎，向後義哉，南　明，堤　正俊，坂本　紀，日隈四郎，大林博輔，山本栄一，弓削田英男氏の入会申込を，樋口喜六，合田栄作氏の退会申込を了承して評議員会に提案することとした。
2. 図書整理について意見の交換を行ない，関係のうすい図書については会長，副会長，および図書委員会にその処置を一任することとした。
3. 事務の人事について意見の交換を行なった。

図書委員会（54年度第７回　昭和55年４月11日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，前島，戸谷，平山，浜田各委員

議　事：前回議事録の承認が行われた。次いで協会会館内に収納できない図書の処理に関する理事会の決定について説明が行われ，これにもとずいての具体的方法と手順とが検討された。因みに，現状では，これらの図書の大半は，地質調査所，国立国会図書館他２，３の公の機関を受入れ先として，先方との合意にもとずいて，適当かつ可能な形式と手順とにより移送することになる見通しである。

編集委員会（54年度第６回　昭和55年４月11日）

出席者：前島委員長，井上，木村，五条，佐藤，諏訪，浜田，茂木，山口各委員

議　事：

1. 大角留吉氏より地学雑誌86巻２号（1977）掲載の松田博幸他論文の第１図「関東平野と周辺の活断層分布図」を青梅市教育委員

会の自然環境調査報告に引用することについて許可依頼の件を承認

2. 第89巻3号の編集について審議した。

3. 投稿規定について意見を交換した。

理事会（54年度第8回　昭和55年4月25日）

出席者：坪井会長，木内副会長，川上，木村，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事，矢沢，矢嶋各監事，

議　事：

1. 大島敬義，福地成治，石原寿二，下山俊夫，小丸伊久雄，近藤　寿，柿崎　勇，増井満春，島　健彦，弥吉　久氏の入会申込みを，永井浩三氏の退会申込みを了承して評議員会に提案することとした。

2. 選挙規則(案)を審議し，原案を評議員会に提案することとした。

3. 昭和55年度第1回評議員会の議題ならびに昭和55年度第101回通常総会の議題を決定した。

4. 前川嘱託の退職に伴って慰労金を支給することとし，その額は会長，副会長，庶務，会計理事に一任した。

5. 報告　図書担当坂倉理事より前回理事会で一任された図書の処置のうち「協会の寄託」については不可能なので「寄付」することとなった旨報告があった。

図書委員会（54年度第8回　昭和55年5月9日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，前島，戸谷，平山，浜田各委員

議　題：前回議事録承認の上，4月11日以降の委員会の作業，および図書処理に関する4月24日理事会の決定について報告が行われた。次いで寄贈図書搬出，新着及び収納図書の整理などに関する今後の日程について検討を行った。

評議員会（54年度第1回　昭和55年5月10日）

出席者：青柳信義，片山信夫，川上喜代四，河野義礼，木内信蔵，岸本　実，木村達明，坂倉勝彦，佐藤　久，佐藤光之助，末野悌六，諏訪　彰，坪井誠太郎，中野猿人西川　治，平山　健，堀　福太郎　以上17名

委任状提出者　20名

外に矢沢大二，矢嶋澄策各監事

議　事：

1. 会員の入退会

正会員38名，賛助会員1社の入会ならびに正会員9名（うち死亡5名）の退会を承認した。

2. 昭和54年度事業報告及び収支計算書(案)について意見の交換を行なった。

3. 昭和55年度事業計画及び収支予算(案)について意見の交換を行なった。

4. 選挙規則の改訂案について審議を行ない第10条を修正の上承認した。

会館委員会（54年度第9回　昭和55年5月21日）

出席者：末野副会長，山内委員長，梅沢，片山，川上，佐藤，平山各委員

議　事：

1. 昭和54年度会館特別会計収支計算書および昭和54年度会館特別会計貸借対照表の説明があり了承された。

2. 昭和55年度会館特別会計収支予算案の説明があり了承された。

3. 会館特別会計現預金残高の説明があった。

東京地学協会選挙規則の改訂

総会で選任される会長，監事及び評議員の候補者を選ぶための「選挙規則」が去る5月10日に開催された評議員会で次のように改訂されました。

社団法人東京地学協会選挙規則

（選挙の性格）

第1条　総会で選任される会長，監事及び評議員は，この規則による選挙の結果当選したものでなければならない。

（期日）

第2条　会長，監事及び評議員は隔年毎に通常総会において改選し，そのための選挙は同年の3月に行う。

（選挙権及び被選挙権）

第3条　正会員であって選挙の前年10月末までに入会した者は選挙権を有し，前々年10月末までに入会した者は被選挙権を有す

る。

（投票締切日及び改選定数）

第4条　理事会は選挙の前年10月末までに投票締切日及び改選さるべき評議員の定数を定めなければならない。

（選挙候補者の推薦）

第5条　理事会は選挙の前年10月末までに選挙候補者推薦委員会（以下委員会と称する）を設ける。

2　委員会は評議員会において互選された10名を以って構成し，会長がこれを委嘱する。委員の任期は候補者を推薦した日をもって終了する。

3　委員会は会長，監事及び評議員それぞれの改選定数と同数の選挙候補者を選考し，本人の内諾を得た上で選挙の前年12月末までに推薦しなければならない。なお評議員の選挙候補者については専門分野，地方別，年齢等を勘案するものとする。

（選挙の施行）

第6条　理事会は投票用紙を投票締切日の1ケ月前までに有権者に発送しなければならない。

2　投票用紙には東京地学協会の印章を押し，選挙候補者の氏名，専門，勤務先を明らかにし，かつその他の被選挙者にも投票できるよう余白の欄を設けなければならない。なお投票に際しての注意事項を記述しておくものとする。

3　有権者は投票用紙に所定の事項のみを記入し，「選挙」と表記した封筒に密封し，東京地学協会あてに返送するものとする。

（有効投票）

第7条　投票は次の各項のすべてを満たすものを有効とする。

1　投票締切日までに東京地学協会に到着したもの

2　規定の投票用紙を使用したもの

3　無記名のもの

4　選挙定数を超えないもの

（開票）

第8条　開票は投票締切日より1週間以内に理事及び開票立合人3名によって行う。

2　開票立合人は評議員及び選挙候補者以外の正会員のうちから理事会が委嘱する。

3　正会員はだれでもこの開票を参観することが出きる。

4　投票の結果はこれを集計して理事会に報告する。

（当選者）

第9条　当選は得票上位者から定数をとる。

2　同一得票数の者から当選者を決める必要がある場合には抽選による。

3　当選者にはその旨会長より通知する。

（再選挙）

第10条　開票後の事故またはその他の事由によって，第1条の総会において新任者が選任されなかった場合には，次の処置をとるのもとする。

1　会長については本規則に準じて再選挙を速かに実施する。

2　監事及び評議員については，再選挙を行うことなくそのまま欠員とし，定款第21条の手続によって補充を行う。

付　則

本規則は昭和55年5月10日より実施する。なお昭和45年3月15日に制定された「社団法人東京地学協会役員選挙規則内規」はこれを廃止する。

第24回国際地理学会議（IGC）展示会のお知らせ

第24回国際地理学会議（IGC）の一環として，第10回国際地図学会議展示委員会との共催により，下記の各種展示会を開催いたしますのでご案内します。

国際会議の登録会員でない方にも観覧できますので，御出で下さい。

第24回 IGC 展示委員会

記

1．**地理学・地図学国際展示**

(1) 展示内容：

次のテーマ・分野に関し国際地理学連合(IGU)又は，国際地図学協会(ICA)加盟の各国から夫々の国内委員会を経由して出品された各種地図，図書などの陳列。

イ．日本に関する地理学出版物

ロ．最近の地理学に関する出版物

ハ．最近の主題図（この分野は ICA との共同企画）

ニ．最近のナショナルアトラス，及びリジョナルアトラス（同上）

ホ．地理学的調査や研究に利用される最新の地理情報システム（同上）

ヘ．地理教育，地理的知識の普及等のための諸媒体

(2) 展示会場：

池袋，サンシャイン60ビル，55階（池袋駅又は地下鉄有楽町線，東池袋駅下車）

(3) 展示期間（一般公開）

昭和55年８月27日から９月４日までの９日間，毎日午前10時～午後５時

(4) その他

展示品説明カタログは会場で販売します。（登録会員もカタログは展示会場でお受けとり下さい。）

2．**日本官撰地図展**（仮称）（国立国会図書館との３者共催）

(1) 展示内容

官製地図の発展を古地図から現代の地図まで系統的に陳列して明らかにする。

(2) 展示会場

国立国会図書館６階大講堂及び研修室

(3) 展示期間

昭和55年８月25日から９月５日までの12日間，毎日午前10時～午後５時

3．**企業展示**（技術展示）

国際展示と同期間，同一会場において開催される。

地 学 雑 誌 第837号　昭和55年6月20日印刷
昭和55年6月25日発行

編集兼発行者　前 島 郁 雄

発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102　電話東京(261)0809番　振替口座東京-0-66278番

印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く）　（▲印新刊）

各 460円 〒 400円

上松　足尾　厚田　阿仁合　赤穂　秋葉山　岩内　飯田　今治西部　伊予三崎　岩館　宇部　宇部東部　襟裳岬　渡島小島　飫肥　大垣　大迫　大畑　近江長浜　大屋市場　鬼鹿　尾花沢　小浜　蟹田　海南　唐津　冠島　霧島山　串本　鞍岡　甲府　国分　昆布森　猿留　須坂　垂水　田沢湖　但馬竹田　丹後由良　妻籠　土淵　都農　津山東部　都井岬　当別　動木　苫前　富高　那智山　男体山　沼田　鶴崎　春立　羽幌　浜益　東茂住　発岳　平戸　人首　船津　幌加内　本岐　幌泉　母衣月　三日市　三厩　門別　吉野山　呼子　留萌

各 600円 〒 400円

網走　荒島岳　伊万里　内の浦　遠別　雄冬　渡島大島　奥津　鹿屋　上里　蠣ノ浦　加子母　金木　加治木　北見　草津　小口瀬戸　国領　佐用　志布志　周匝　男女群島　鷹巣　達布　田並　太良鉱山　近川　智頭　月形　徳舜瞥　仁位　西徳富　根雨　羽島　初浦　肥前高島付野母崎　日向青島　肥前江ノ島　弘前　深浦　三島　三田井　焼石岳　涌谷　若柳

各 890円 〒 450円

△伊東　五所川原　妹背牛　△横田　脇野沢

850円 〒400円

山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

▲宿毛伊予鹿島　▲坂城　栗栖川　竹田　蓼科山　▲津島　▲藤沢　若桜

2,390円

浜松

〒
- 都内 450
- 第一地帯 550
- 第二 〃 650
- 第三 〃 750

各 1,390円 〒 450円

磯浜　伊良部島　岩沼　稲取　魚津　渡島福島　川尻　金華山　熊石　五城目　尻屋崎　修善寺　下田　竹貫　多良間島　鶴居　利島　富江　那珂湊　野尻　彦根東部　都城　▲御蔵島　▲三崎　屋久島西南部　八雲　陸奥川内　米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田　小諸　▲酒田　知内　大樹　館　多里　大正　津幡　飛驒古川　宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

▲浅舞　秋田　上石見　木古内　▲千歳　本荘　神門　八が岳　湯沢

2,790円

▲江住

各1組 600円 〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦　大槌・霞露岳　大間・佐井　阿田和・新宮　伊予高山・八幡浜　掛塚・見付

1/20万 地質図　各 〒 300円

各440 円

石巻　男鹿島　唐津　高知　野辺地　羽幌　松山　輪島　伊良湖岬

各 620円

網走　酒田　新庄　標津　苫小牧　深浦　宮津　稚内

各 870円

岩内　天塩　広尾　尻屋崎

各 1,140円

根室　鳥取　剣山　斜里　留萌

各 1,310円

宮古島　知床岬　釧路　豊橋　野母崎

1,630円

▲久遠

各 1,870円

静岡および御前崎　旭川

2,350円

弘前および深浦

2,460円

▲札幌

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円 〒 400円

鬼首　高松　徳島　勿来

1/50万 地質図

1,950円

福岡

1,960円

▲鹿児島

500円

八丈島　奄美大島

2,320円

釧路

以上〒 300円

地学雑誌　隔月発行，1カ年9,300円（送料を含む）。巻号によっては分売いたします。

地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 4 (838), 1980

目　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1880
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物　（▲印新刊）

各　〒400円

縮尺	書名	価格
1/200万	日本鉱床分布図帯(17-2,3,4)	3,010
▲1/200万	日本鉱床分布図(17-5,6)	2,120
1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,540
1/200万	日本地質図	1,560
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本鉱床生成図(14)	720
1/200万	日本鉱床生成図(15)	940
1/ 50万	後期新生代地質構造図東京	1,280
1/ 50万	地質構造図秋田	890
1/2万5千	佐世保北部	850
1/2万5千	生駒山地西麓部	830
1/2万5千	鬼　　首	650
1/ 10万	石狩沖積低地	1,240
1/ 50万	第四紀地殻変動図近畿	1,580
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/200万	日本活断層図	930
1/5万, 1/10万	伊豆半島活断層図	1,390
1/200万	日本温泉分布図 ｝組の場合 1,950	1,280
	日本温泉鉱泉一覧 ｝組の場合 1,950	930
1/200万	絶対年代図(16-1)花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)変成岩	900
1/100万	日本地質図	4,690 〒500
▲1/ 20万	構造図 5. 信越地域活構造図	1,560

海洋地質図　各　〒400円

縮尺	書名	価格
1/ 20万	(Ⅲ) 相模灘及付近海底地質図	1,840
1/ 20万	(Ⅳ) 相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(Ⅴ) 紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(Ⅵ) 紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(Ⅶ) 琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(Ⅷ) 西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(Ⅸ) 八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(Ⅹ) 八戸沖海底地質図	1,970
1/100万	(Ⅺ) 日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/ 20万	(Ⅻ) 西津軽海盆表層堆積図	2,440
1/100万	▲(XⅢ) 日本海南部及び対島海峡	2,430
1/100万	▲(XⅣ) 北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

書名			価格
日本油田ガス田図	(Ⅰ)	青山奥	820
〃	(Ⅱ)	横　浜	820
〃	(Ⅲ)	横須賀	820
〃	(Ⅶ)	魚　沼	3,410 〒750
〃	(Ⅷ)	本　宿	1,510
〃	(Ⅸ)	七　谷	820
〃	(Ⅹ)	茂　原	2,140
〃	(Ⅺ)	佐　渡	1,510
同上　説明書		佐　渡	1,510

日本水理地質図　各　〒400円

番号	書名	価格
(Ⅳ)	山梨県釜無川および笛吹川流域	650
(Ⅴ)	香東川・土器川・財田川流域	650
(Ⅵ)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	650
(Ⅶ)	千葉西部	650
(Ⅷ)	奈良県大和川流域	650
(Ⅺ)	長野県松本盆地	650
(Ⅻ)	兵庫県南西部	650
(XⅢ)	佐賀・福岡県筑後川中流域	650
(XⅤ)	都城盆地	650
(XⅥ)	仙台湾臨海地域	840
(XⅦ)	高知県・鏡川・国分川および物部川流域	650
(XⅧ)	福岡・大分山国川および駅館川流域	650
(XⅨ)	熊本県白川および黒川流域	650
(XX)	鳥取県日野川流域	840
(XⅪ)	福岡県矢部川中流域	840
(XⅫ)	山梨・長野県釜無川上流域	1,110
(XXⅢ)	長野・群馬県湯川および吾妻川流域	1,390
(XXⅣ)	長野県千曲川中流域	1,390
(XXⅤ)	島原半島	1,510
(XXⅥ)	長崎県諫早北高地区	1,260
(XXⅦ)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,260
(XXⅧ)	福島県郡山盆地	1,390
▲(XXⅨ)	福島盆地	1,540

空中磁気図　各　〒450円

番号	書名	価格
(Ⅰ)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
(Ⅱ)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
(Ⅲ)	浜頓別―雄武―網走海域	590
(Ⅳ)	御前崎―浜松―豊橋海域	590
(Ⅴ)	西九州長崎―川内海域	590
(Ⅵ. Ⅶ)	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
(Ⅷ. Ⅸ. Ⅹ)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,030
(Ⅺ Ⅻ)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,030
(XⅢ)	福井-豊岡-隠岐海域	590
(XⅣ. XⅤ. XⅥ)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,550
(XⅦ, XⅧ)	天北-十勝地域	590
(XⅨ. XX)	日高―大雪地域	590
(XⅪ. XⅫ)	奥尻―津軽―西津軽―男鹿半島―酒田海域	1,030
(XXⅢ)	五島列島―野母崎―男女群島―甑島海域	1,030
▲(XXⅣ)	北見地域	590
▲(XXⅤ)	大隅半島―屋久島―種子島東方海域	1,030
▲(XXⅥ)	佐渡相川―輪島―糸魚川―七尾海域	1,030
▲(XXⅦ)	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島―房総沖海域	1,030

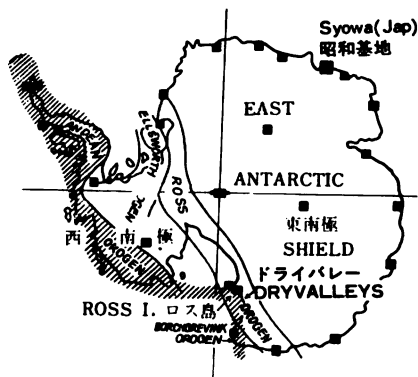
各〒450円（ただしⅠ，Ⅱ，Ⅲは都内550円
第一地帯670円　第二〃 770円　第三〃 870円）

書名	番号	内容	価格
日本炭田図	(Ⅰ)	常磐炭田図ならびに説明書	1,760
〃	(Ⅱ)	北松	2,930
〃	(Ⅲ)	留萠炭田大和地区	730
〃	(Ⅳ)	常磐炭田泉地域	730
〃	(Ⅴ)	釧路炭田新鐺別地域	730
〃	(Ⅵ)	石狩炭田空知区東芦辺地域	1,330
〃	(Ⅶ)	釧路炭田北西部	1,330
〃	(Ⅷ)	雨竜―留萠	2,930
〃	(Ⅸ)	佐世保市南西部新	1,330
〃	(Ⅹ)	新潟県赤谷	1,330
〃	(Ⅻ)	佐世保市西南部地域ならびに説明書	1,760
〃	(XⅢ)	天北炭田地質図	4,190
		天北炭田炭層対比図炭柱図	2,650

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 600円　第一地帯 720円
第二〃 820円　第三〃 920円
並製 3,780円

写真 1　南極ロス島の活火山 Erebus (3,794m).

写真 2 エレバス火山を約100km 離れたドライバレーの海岸入口から望む

写真 3 エレバス火山山頂で採取されたアノーソクレス

南極の活火山エレバス

南極には南極半島の Deception 島の火山のほかに，Marie Byrd Land の Hampton, Berlin 火山とこの Victoria Land のロス島の Erebus 火山及び Melbourne の活火山がある。しかし何といっても，Erebus火山 (3,794m) は現在でも噴煙をあげ，頂上火口底にはドロドロの溶岩が息づき，寒い極地の一つの灯台となっている。18～19世紀にかけてはじめられた南極探険以来，このロス島の Erebus 火山は知られている。

写真1はロス島の西側の Cape Royds から望んだエレバス火山，写真2は遙か100km 離れた大陸側のドライ・バレー入口からの望遠レンズのスナップである．austral summer の極地は24時間昼間であるが，1月末ともなると太陽は低くなり，Erebus 火山もその見る位置で様相が変る．写真2の山腹に光る氷の輝きによって ice-bound の山体を強く印象づけられた。噴煙は時折変化しているようである．写真3のアノーソクレス巨晶は，頂上附近に放出されたもので，山体を形成するアノーソクレス フォノライトのマグマから分離した長石の一種である．(昭和50年1月国際共同研究計画に参加して．) (1975年1月倉沢 一撮影 photo by H. KURASAWA)

地学雑誌 89, 4 (1980)

琵琶湖底掘削研究
—その現状と将来への展望—
(I)

堀　江　正　治*〔編〕

Deep Drilling Study of Lake Biwa

ed. Shoji HORIE

Abstract

Lake Biwa is the third oldest lake in the world next to Lake Baikal and Caspian and Aral Seas. Its peculiar position in the Japanese Archipelago, Deep Seated Earthquake zone, striking by negative gravity anomaly, and many endemic species of animals and plants indicate its extremely long limnetic history. In other words, if we succeed in obtaining whole sediments columns by deep boring, we can clarify many unknown facts such as glacial and interglacial features, geomagnetic events, cosmic ray variations, sedimentological phenomena, chemical composition, biological evolutions····and so on.

On the basis of this idea, the writers and their collaborators undertook deep coring operations of 200 meters at the water depth of 65 m at the center of the lake in 1971 and of 1,000 meters at the shore in 1975–1976. This paper summarizes these results together with a discussion of our future project of extremely deep drilling in order to introduce our pioneering work of human beings.

I. 序　言

琵琶湖の Geochronology 研究に堀江が着手してから，25年の歳月が経過した。またその以前に，気候変化研究の指標として，同じく堀江が日本の高山地域の氷河堆積物研究に着手したのは第二次大戦直後であったから，それからは既に30年を閲している。しかしこの研究途上に於て最も大きな転換期は1971年，文部省科学研究費により琵琶湖湖心部水深65m 地点に於て200m コア（年代にして，50万年）を採取し得たことである。これは実に日本地理学者有志18名のお力に基くものであって，その研究主題，「琵琶湖堆積物分析による日本列島の気候史，地形発達史の研究」のうち，第1段階のコア採取が上記のように1971年に成功，同年より学際的諸分野の分析担当者によって多くの成果が発表され，今日，200m コアでは第3段階のまとめの時期に至っている。

この間，堀江は研究代表者として，多くの方々の成果を年次研究論文集 Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanse Pleistocene Vol. 1〜7（1980年現在迄に刊行した分，今後も継続刊行される）に発表，国内，国外の研究者に配布してきた。また200m ボーリング終了後，いち早く，町田　貞教授のお世話で地学協会総会に於て諸先生方の御意見を承る機会を得た。

今回，小林貞一先生のお勧めによって我々の研究グループ内の何人かの方の原稿を堀江の原稿と共にまとめた。その分担執筆内容はここに示す通りである。

* 京都大学理学部附属琵琶湖古環境実験施設
Institute of Paleolimnology and Paleoenvironment on Lake Biwa, Kyoto University.

II. 琵琶湖研究の意義

琵琶湖は日本列島の地貌中でも極めて特異な地位を占めている。それは単に面積に於て日本の湖沼中の首位を占めるのみでなく，他の湖には見られない特殊な性格をかね具えていることによる。古く大森房吉(1910)は，本湖は東北日本の弧と西南日本の弧とが交叉する地点に当り，日本列島がねじ切られるような地峡部に相当することを指摘された。つとにこの地点が構造地質学的にみて重要な地位を有することを述べたのは小川琢治（1907）である。小川は，丹波，鈴鹿，笠置の Fusulina と飛弾の Fusulina とは，伊吹山ホルスト（根尾谷と同走向の SSE～NNW に走る柳ケ瀬と揖斐川の構造谷で境されている）によってつながれているとし，さらに，Paleozoic border の tortuous course や明らかな Rift Valley，沈降平野は Suess が小川に暗示したように Blätter による dislocation を示すものであると言及している。これに対し，小藤文次郎（1909）は，地形学的特性を論述して瀬戸内より琵琶湖周辺にまでのびる陥落帯の存在を考えた。一方，中村新太郎（1906）は Richthofen（1903）の学説をひき，南日本の南帯を支那山系，北帯を崑崙山系と呼び白堊紀後，トリゴニア砂岩の時代に南方に向う側圧はこの南日本北帯に圧縮と張力とを与えたと指摘した。

それでは琵琶湖盆地の成立の萌芽はどの位の古さまで遡り得るのであろうか。現今の知識はこの問いに対して答えるには決して十分ではない。ただこれについて辻村太郎（1929）が，中央構造線南部の外帯を Richthofen は支那山系の延長と見做し南，北両地帯がそれぞれ独立した二つの褶曲系統に層すると解したことを引用して，外帯の褶曲系は中央構造線を境にして内帯の褶曲系に対して連鎖（Kettung）の関係にあり，かつその方向は中央線と同じように屈曲して太平洋に凹面を向けているのを特徴とすることを指摘したことが注意される，さらに辻村は，琵琶湖の東部に於ける古生層走向の急転は，果して中生代，または，第三紀の造山運動の結果であろうかとの疑をのべ，もしそうとすれば中央線自身も同じく方向を変じ，かつ断絶している筈であるとしたが，これは重要な指摘であると考えられる(注)。これら諸碩学の指摘の跡を顧ると，この琵琶湖をめぐる中生代における構造地質学的運動は琵琶湖が地学的にいかに多くの問題を包蔵しているかを強く感じさせる。地学上のみならず生物学上からも本湖はその古さを物語っている。

* 京都大学理学部琵琶湖古環境実験施設
** 同志社大学工学部
*** 大阪大学基礎工学部
**** 東京都立大学理学部
***** 金沢大学教育学部
****** 日本大学農獣医学部

すなわち，本湖の生物のうち，これまで知られたところでは本湖にのみ生存し，他湖には見られない生物，即ち，endemic species としてナガタニシ，ヤマトカワニナ，イボカワニナ，イケチョウガイ，セタシジミ，ミジンマメタニシ（ミズシタダミ）の貝類，ハス，ホンモロコ，ゲンゴロウブナ，イサザ，ビワコオオナマズ，イワトコナマズ等の魚類，その他プランクトンのビワミジンコなども含めて極めて多くの特異種がある。さらに琵琶湖を中心とする琵琶湖古水系，その中には，今日でも湖沼としての形状を保っている琵琶湖盆北部の余呉湖，さらにその西北方で日本海に臨む三方湖のみならず今日では干拓されてしまっている山城の巨椋池～淀川水系，伊賀盆地の水系も含め総覧してみると，現存水系のうちのこれら特異種の生存は湖をめぐる自然環境の度々の緩急の変動にもかかわらず，本湖群はその生存を持続し続け得，他の日本の湖沼が，排水，埋積によって消滅してしまったのに対し，湖としての寿命を維持し続けたことに起因すると考えられる。それらはグローバルに発生したとみなされる第四紀の大きな気候変化の波をのり越え，氷期の遺存種あるいはかつての海との連続の一証ともされる海跡種をも含んでいる。これは，世界の他地域にある Relict lake（古代型遺存湖）に共通してみられる現象であって，特殊な地殻構造，特異な生物相をこれらの遺存湖は具えている。

年代学的資料に立脚すると，琵琶湖は，バイカル湖，カスピ海に次いで世界で3番目の古さを有すると考えられる。そこでこのような湖の古さは何に由来するのかを考えてみると，すでに触れてきたように，これは実に本湖をめぐる地体構造の特殊さに負っている。

この点地形学的見地から考察を進めてみる。先づ湖を大きく劃する南北方向，近畿地方に卓越するいわゆる子午線方向の構造線をみてみると，東岸は美濃，飛驒山地，鈴鹿山地西面を断つ中村新太郎（1934）の近江・伊賀大断層線（松下　進1975, Matsushita, S. 1976）であって敦賀湾東岸より紀伊五条に至り，その間には岡山俊雄(1956)の指摘した柳ケ瀬断層を含む。これは日本列島の地体構造上，顕著な構造線であることは言うまでもない。これに対する本湖西岸は比良山脈東面の断層崖であってこの断層線は複雑な走向を有しながら，饗庭野東縁より南へと，堅田，大津付近を走っていて地上に断層線の確認出来る露頭やあるいは地下に没してしまっている構造を呈している。さらにこの西側には花折断層（中村新太郎 1928）と呼ばれ，安曇川上流，朽木～花折峠，京都大原～東山西麓へとのびる著しい断層線があり，これらと平行して同じく南北方向の構造線が琵琶湖北岸，海津，大浦，塩津の湾入を規定している（山崎直方，多田文男 1927）。このような地上の起伏を反映して水面下の深度形態も深所は西岸へと偏っている。

琵琶湖の名称が示す琵琶形は東岸への大きな湾入によって形成されているが，以上のような地表形態を含めて，湖水面の示す形状を注意してみると，沖積面の広く拡がる湖東地域の中でも長浜，彦根付近に於ける緩やかなカーヴを画く湖岸線の形は，緩慢な沈降運動，特に坪井忠二（1937）の指摘した湖東北部への傾動運動の存在を暗示しているように考えられる。また湖北部でリアス式海岸地形と極めて類似する沈水地形は，湖北部の沈降運動を示すもので尾上付近の漁民によって，しばしば漁網で引き揚げられる湖底土器の存在はこの地域の沈降運動を裏付ける一証ともいえよう。こうした沈降運動は，湖周に分布する古

注）かく明治以来，先学により解明が続けられた，琵琶湖盆をその中央に抱く日本列島島弧の地学的問題については，最近，プレートテクトニクスの新資料を加え，より活潑な議論が展開されている。その業績は多数にのぼるが，ここには本題に直接関係するいくつかの代表的文献を参考として挙げるにとどめる。

特集：日本列島．科学，Vol. 42,（1972），170-241.
貝塚爽平(1972)：島弧系の大地形とプレートテクトニクス．科学，Vol. 42, 573-581.
宇津徳治(1974)：日本周辺の震源分布．科学，Vol. 44, 739-746.
貝塚爽平，松田時彦，中村一明(1976)：日本列島の構造と地震・火山．科学，Vol. 46, 196-210.
木村敏雄(1977)：日本列島――その形成に至るまで――．Vol. 1, 秩父地向斜の時代，243 pp. 東京，古今書院.
活断層研究会（藤田和夫，貝塚爽平，松田時彦，岡田篤正，太田陽子，杉村　新，高木章雄，米倉伸之，吉川虎雄）編(1980)：日本の活断層．380 pp. 東京，東大出版会.

琵琶湖層，これにより形成されている古琵琶湖段丘の分布状態や，堀江（1961）の調べた湖岸段丘汀線高度の分布にも反映されている。端的に言うならば湖盆全体が現在の湖形（水平形態，すなわち水平的肢節）と類似した沈降形状を示し，長大な地質時代を通じて緩慢な沈降運動の継続してきた様相である。こうした地殻の沈降運動の故に，湖としての寿命を保持し得て，寒暖双方の気候変化を経験しつつ遺存種を残してきたのであろう。さきに氷期遺存種と述べたがミジンマメタニシのような氷期遺存種と対照的に温暖気候を示す遺存種もある。古く本湖の珪藻について述べたロシヤのスコルツォフ（1936）は *Melosira solida*, *Melosira americana*, *Melosira undulata*, *Amphipleura pellucida* var. *recta*, *Cymbella tumidula*, *Neidium obliquestriatum*, *Navicula lambda*, *Navicula pusio*, *Amphora delphinea* var. *minor*, *Gomphonema berggrenii* のような温暖気候，熱帯気候種の琵琶湖に於ける存在に特に関心を向けている。また平野 実（1968）によれば本湖の鼓藻類のうち *Arthrodesmus convergens* Ehrenb. forma *curta* Turner, *Staurastrum longiradiatum* W. & G. S. West, *St.leptocladum* Nordst., *St. sonthaliamum* Turner は従来，熱帯アジア地方からのみ知られていた種類であり，また *Staurastrum leptodermum* Lund. var. *capitatum* Hirano は目下琵琶湖からのみ知られているが，近似種は熱帯アフリカの湖から報告されているという。おそらくこれらの種類は，それぞれの生息に好適の時代に南下，あるいは北上して琵琶湖に生息を始めたが，その後の気候環境の変化と共に大部分は死滅あるいは他へ移動，湖水深部の深水層のような冷水帯深底に移動した氷期遺存種はそこでも生息し続けて今日に至ったのであろうし，又，湖岸の多少温暖的な地点に移動，生息地を見付けた南方種は氷期中にも琵琶湖に生存し続け得たのであろう。さらに我々のボーリング試料解析結果によれば氷期，間氷期はおよそ10万年間隔位で交代していたらしい。もしそうとすれば，たとえばミジンマメタニシ（ミズシタダミ）のように今日では千島，北海道東部にのみ現存の知られている種類は10万年以内の時間に琵琶湖迄分布し得たことになり，生物移動の速度の問題に一つの興味ある課題を提供するといえよう。またこれらの生物も単一の時期にのみ移動したのか，あるいは何回かの氷期中に移動してきた新旧の種類が混在して今日，我々の目に触れるのかは今後の生物種の問題の研究や，特に深層堆積物コアの各時代にどのような生物相を呈していたのかの研究によって明らかにされてくるに違いないと思われる。

いずれにしても，こうした生物の古さからも裏付けられる本湖の古代性は，実にその特殊な地殻構造に負っている。上記の地質学的な諸見解に加えて地球物理学的にみてみよう。琵琶湖底を通り，日本列島を横断する地震活動について和達清夫（1928, 1929, 1931）は，その意義の重要性を指摘，姉川地震（1909）に示される地震動の様相と該地域の地形学的構造とは今村明恒（1928, 1943）の言及したところである。この地震活動に見られる特性と並んで我々の注意を喚起するのは負の重力異常の顕著さである。熊谷直一（1948）は既に30年前にこの事実に着目，爾来，諸人の注意を促されている（Kumagai, 1977），更に日本全国の重力測定を実施，その成果をまとめた坪井忠二等（1954）は，琵琶湖盆に於ける著しい重力異常を重視，矢部長克等と共にその意義を強調せられた（矢部長克，坪井誠太郎，坪井忠二，久野 久，湊正雄 1954)。こうした地殻深層の構造の異常は，実は琵琶湖だけでなく，バイカル湖，カスピ海，タンガニカ湖，バルカン半島のオフリッド，プレスパの両湖，チチカカ湖，イスラエルのキネレット湖等の古代型湖に共通して見られる地学的特性ともいえるものであって地向斜的な地殻構造を有しているからこそ，周辺地域よりもたらされる搬入物質が湖底に厚く堆積しても，湖盆内部では沈降運動が継続しているといえる。この地学的特性に着目するならば琵琶湖底より長大コアを採取し研究することは地学各分野に裨益するところ大なることは明らかであるといって過言ではあるまい。

III. 琵琶湖水域系の成立時代の考察

世界の構造湖が古い構造線の再活動によってその若返りを続けてきたことは大きな興味をよぶが，琵琶湖盆でもその出現は第三紀とはいえ，かかる構造湖を胚胎する萌芽はそれより遥か古い時期に根ざしてい

るとの堀江の従来の見解はさらに別の機会に述べることにして，ここには堀江が従来考えていた琵琶湖水域系の出現が Mio-Pliocene までも遡り得るのではないかと疑われる点について記してみたい。前以ってお断りしておかなければならないのは，初期の琵琶湖は今日の湖盆形態とは著しく異っていたであろうことである。それは構造運動に支配されず，ただ単に，準平原上の凹地に拡がる沼沢地的なものであってもよい。浅くとも一つの独立した水域を有しているだけで，以下に述べる生物地理学的な問題を論ずることが可能である。

(1) セタシジミ，ハリウオ，ビワマス，コアユ等の海に関連する生物は準平原の時代，初期の琵琶湖に侵入したものと解釈出来，これは湖周に今日，海と連続した積極的証拠の乏しいことからいえる。これらは準平原上を緩流する川を伝って，容易に初期の琵琶湖へ侵入したのではあるまいか。

(2) 黒田徳米 (1950) によると，琵琶湖の貝は本邦他湖沼と全く異る大陸的要素を有し，大陸との接続期の残存生物と考えられるという。イケチョウガイ，カラスガイ，数種のイシガイ，ササノハ，マツカサガイ，セタシジミ，ナガタニシ，ヤマトカワニナ，イボカワニナが著しく，接続様式は陸橋としてではなく，日本海の生成前とみなされよう。従って初期の琵琶湖の出現は，中・鮮新世まで遡り得よう。

(3) 堀江の調査によると伊賀盆地では隆起準平原面は北へ撓下して古琵琶湖面へと漸移し，古琵琶湖層の基底が準平原面上にあることを暗示している。

(4) 岡山俊雄 (1956) は，余呉川断層谷に併走する長大な山稜の存在は本断層運動の発端を準平原時代としなければ解釈出来ないと述べている。

(5) かく考察を進めてくると湖周の隆起準平原の生成時代が大きな問題になる。日本列島での準平原化の時代については諸説があり今後の研究にまつところが大きいが，琵琶湖盆形成に直接関与し，飛驒高原から，丹波高原へと拡がる湖周の隆起準平原面は，いわゆる近江伊賀断層によって高度差を示しているとはいえ，面の連続関係や層序から考えると中国山地高位面に対比され，それらの開析が未だ進まない時代に柳ケ瀬断層や伊賀山地の撓下運動が生じたのではあるまいか。しかして鮎河層群と古琵琶湖層群との水域の直接の関連は認められていないから，初期の琵琶湖の出現は鮎河層群堆積後で吉備高原面完成前，すなわち中・鮮新世となろう。

(6) 小林貞一 (1951) は，中村の近江・伊賀断層について，西落ちの正断層であり，第一瀬戸内時階に属するものとしたが，なおその後，修飾されたものもあろうと述べ，さらに六甲断層等よりすると第一，第二瀬戸内時階は，おおよそ，中央構造線の砥部及び菖蒲谷時階の相当者であろうと指摘したことは琵琶湖盆の構造発達史考察上，極めて重要な見解と考えられる。近江・伊賀断層の活動に伴う鈴鹿山脈の大部分の隆起により鮮新世に入る頃には，既に湖周の準平原は隆起準平原へと転移して barrier を形成し，近江盆地外よりの水棲生物の侵入を妨げていたとみなされる。

以上の見解については，今後さらに検討を進め，琵琶湖底深層掘削研究計画と相まって本水域系成立過程の明確化を図りたい。

IV. 琵琶湖堆積物に残されている第四紀気候変化の証拠とその細分

昭和47年に堀江が地学協会総会で講演した折，この研究をくみ立てている柱の中の一本は，日本列島の気候史，特に氷河問題についての斬新な資料を提供することにある旨を強調した。

ここで，堀江が最初に目論んだ日本高地の地形発達を年代学的基準に立って考察する試みについて少し述べてみよう。

急峻な山腹が直接，低地に臨むような日本列島の特殊環境下では，低地の年代学的証跡と高地のそれとの結合は難しく，また C^{14} 測定に用い得るような有機物を圏谷直下のモレーン中や fluvioglacial 堆積物中に見出す機会を得ることは見込みが少ない。一方イオニウム法などによる火山灰年代測定のための火山

灰の採取にも高地露頭の不完全さや浸蝕，風化による亡失が著しく伴う困難がある。そのため，堀江は対比試料を整えるための別法として，高所の，成し得れば氷河証跡末端付近の湖沼堆積物を採取しその分析，年代測定を実施，モレーン地形と低地の湖成堆積物，特に長期間の記録を保有している深湖底堆積物の分析結果との対比を試みることを立案した。こうした低地の湖として，琵琶湖のような古代型で鮮新世以来の記録を保持している湖が中央日本氷蝕域より，200km 離れた近畿地方に存在していたことは日本列島の自然史研究者にとってまさに僥幸というべきであり，欧米と比較して常に嘆息されてきた氷蝕地形の不完全さ，不十分さを十分に補い得るだけの研究価値を有している。

こうした見地に立って，今，琵琶湖堆積物分析結果をみると，第1図に示したように第四紀末期における古気温変動の様相は，降水量変動結果と組み合せてみる時に，はじめて氷蝕地形との関連を論じ得る。花粉分析結果については，後章に藤氏が述べられ，粒度分析結果については，山本氏を中心とする研究成果が発表されているのでここには両者の資料（FUJI, 1974；FUJI & HORIE, 1977）と，堀江の日本アルプス，日高山地，富士火山，乗鞍火山，大雪火山等の30年にわたる研究結果の集成とを合体して述べることにする。大局的に見る限り，日本列島高山域に見られる氷期の回数，規模はおおむね6段のモレーンに示され，いわゆる高位置氷河説，低位置氷河説に対し，堀江の考えはむしろ中位置氷河説ともいうべき氷蝕サイズである。その最下のモレーン形は堀江自身が現在までに確認した限り，御山谷（ca. 1,760m），槍沢（ca. 1,800m＋），白馬沢（ca. 1,300m；基底高度＞1,200m），劒沢（ca. 1900m＋）の4カ所に見られ1,300～1,900m まで下った渓谷氷河に負うものであって，これらを下回る高度のモレーン地形は確認はされない。しかし氷河性漂礫が存在するとの説は小川琢治（1933）以来，何人かの先学により主張され，特に辻村太郎（1975）はその研究の意義を強調し続けられている。上記の4大モレーンより上方には，モレーンは日本アルプスで通常5段，日高山地，大雪火山ではその低い方から数えて3段程度であって，富士火山，乗鞍火山ではモレーンを欠く。

これらのモレーンの時代については，従来，河岸段丘の対比地層の時代決定，モレーンをおおう火山灰層の間接的な時代決定等に頼られてきていたが，確定的な決め手は残念ながら今のところ無いのが現状である。これは諸外国についても同様であって，堀江自身，アンデス山地，ロッキー山地，アルプス山地，コーカサス山地等で各国学者とフィールドを共にした折に，常に問題としてきた点である。ある国の学者はモレーンの古さを苔の生育状態，速度によって推定しようとしているが，モレーン上の植生と同じくローカルな影響を数多く受けるようである。

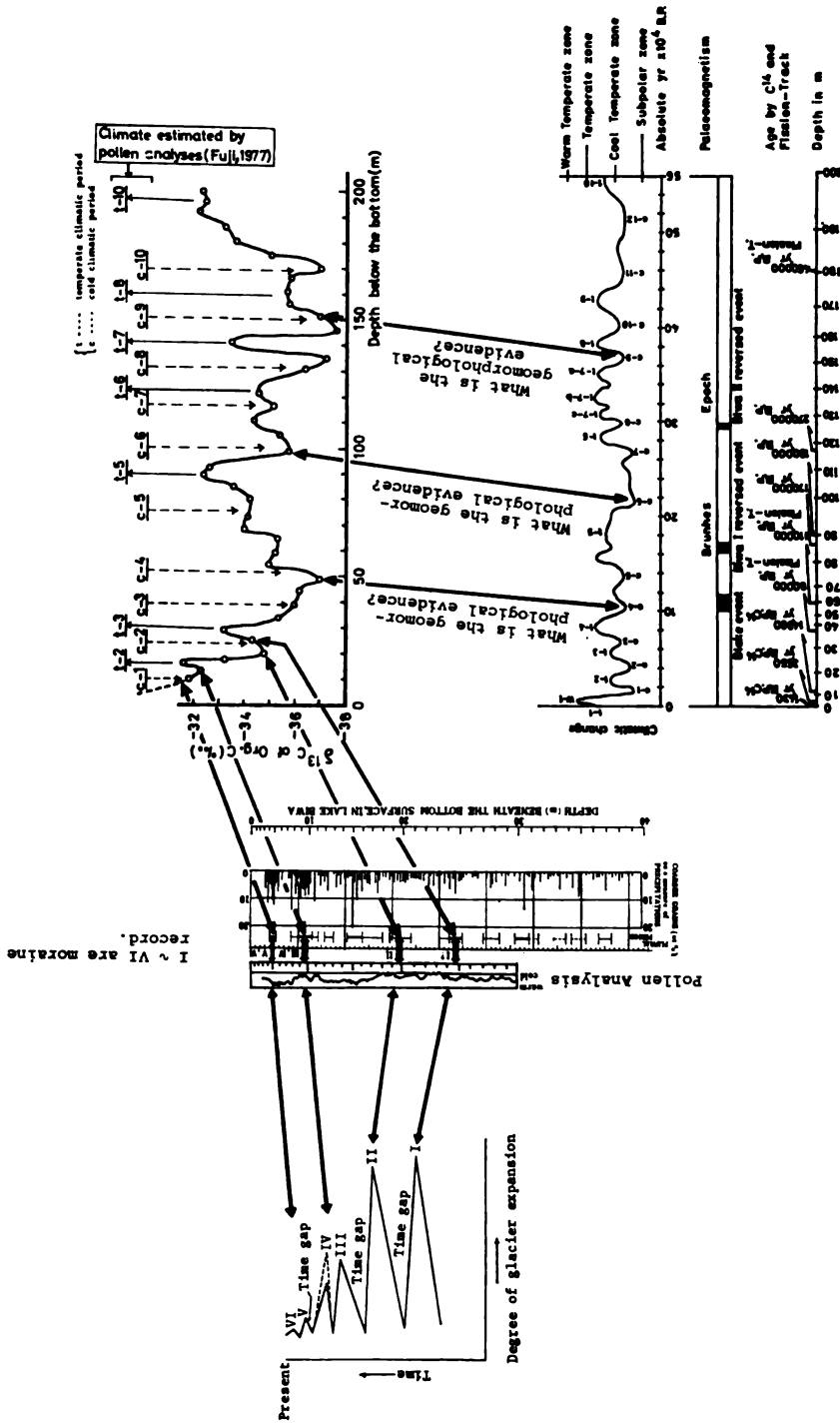
上記の日本列島のモレーンにはまた第1図に示すように，Ⅰ～Ⅱ，Ⅱ～Ⅲ・Ⅳ，Ⅲ・Ⅳ～Ⅴ・Ⅵの各モレーングループの間に time gap があることは各モレーン相互を比較してみた場合，河川による下刻の程度，植生の状態等より判断される。ただこの中，Ⅴ及びⅥの氷成モレーンは現在の万年雪に最も近接した高所にあり，氷河涵養区を有しない万年雪田端の雪蝕堤の外側で，しかも，植生，開析度より見れば，この雪蝕堤よりもやや古い。この今日形成されつつある雪蝕堤との時代関係からみれば当Ⅴ，Ⅵモレーンは有史時代の生成とみなされ得る程の古さで，モレーンとしては極めて新鮮である。この時代資料の上に立って（この関係は薬師岳の氷河堆積堤と雪蝕堤との関係に於て最も明瞭である），また，白馬沢の堆石堤中の流木の時代（堀江，1968）より間接的に判定して堀江はこのⅤ，Ⅵモレーンをいわゆる Post-glacial（後氷期）中の日本高地における氷河進出の一証とみなした。（このⅤ，Ⅵモレーンは先にも記したように北海道の山地では一般に欠く点については，おそらく，この過去数千年間の小規模な氷河進出は，欧米と同じく Hypsithermal 中の気温低下よりも降水量増加に基く氷河生成に起因するために，日本アルプスに比して降雪量の少い日高山地ではモレーンとして生成されなかったのであろう。）同様な現象は同じくロッキー山地で MATTHES (1949) 等により指摘せられ Little ice age と呼ばれる4,000年 B.P. 来の氷河進出とされ，これらをまとめた PORTER 等（1967）は，2,600年 B.P. に始まる Neoglaciation として総括し，世界各地の氷河進出の証跡をまとめ上げている。事実，アラスカ，アルプス等では，著しい氷河進

第1図 日本の高山地におけるモレーン群と琵琶湖堆積物中の寒冷多雨気候との対比 (HORIE, 1965, 1976, FUJI & HORIE, 1977, NAKAI 1977に基く), (after HORIE, 1978)

灰の採取にも高地露頭の不完全さや浸蝕，風化による亡失が著しく伴う困難がある。そのため，堀江は対比試料を整えるための別法として，高所の，成し得れば氷河証跡末端付近の湖沼堆積物を採取しその分析，年代測定を実施，モレーン地形と低地の湖成堆積物，特に長期間の記録を保有している深湖底堆積物の分析結果との対比を試みることを立案した。こうした低地の湖として，琵琶湖のような古代型で鮮新世以来の記録を保持している湖が中央日本氷蝕域より，200km 離れた近畿地方に存在していたことは日本列島の自然史研究者にとってまさに僥幸というべきであり，欧米と比較して常に嘆息されてきた氷蝕地形の不完全さ，不十分さを十分に補い得るだけの研究価値を有している。

こうした見地に立って，今，琵琶湖堆積物分析結果をみると，第1図に示したように第四紀末期における古気温変動の様相は，降水量変動結果と組み合せてみる時に，はじめて氷蝕地形との関連を論じ得る。花粉分析結果については，後章に藤氏が述べられ，粒度分析結果については，山本氏を中心とする研究成果が発表されているのでここには両者の資料（FUJI, 1974 ; FUJI & HORIE, 1977）と，堀江の日本アルプス，日高山地，富士火山，乗鞍火山，大雪火山等の30年にわたる研究結果の集成とを合体して述べることにする。大局的に見る限り，日本列島高山域に見られる氷期の回数，規模はおおむね6段のモレーンに示され，いわゆる高位置氷河説，低位置氷河説に対し，堀江の考えはむしろ中位置氷河説ともいうべき氷蝕サイズである。その最下のモレーン形は堀江自身が現在までに確認した限り，御山谷（ca. 1,760m），槍沢（ca. 1,800m+），白馬沢（ca. 1,300m ; 基底高度>1,200m），劔沢（ca. 1900m+）の4カ所に見られ1,300～1,900m まで下った渓谷氷河に負うものであって，これらを下回る高度のモレーン地形は確認はされない。しかし氷河性漂礫が存在するとの説は小川琢治（1933）以来，何人かの先学により主張され，特に辻村太郎（1975）はその研究の意義を強調し続けられている。上記の4大モレーンより上方には，モレーンは日本アルプスで通常5段，日高山地，大雪火山ではその低い方から数えて3段程度であって，富士火山，乗鞍火山ではモレーンを欠く。

これらのモレーンの時代については，従来，河岸段丘の対比地層の時代決定，モレーンをおおう火山灰層の間接的な時代決定等に頼られてきていたが，確定的な決め手は残念ながら今のところ無いのが現状である。これは諸外国についても同様であって，堀江自身，アンデス山地，ロッキー山地，アルプス山地，コーカサス山地等で各国学者とフィールドを共にした折に，常に問題としてきた点である。ある国の学者はモレーンの古さを苔の生育状態，速度によって推定しようとしているが，モレーン上の植生と同じくローカルな影響を数多く受けるようである。

上記の日本列島のモレーンにはまた第1図に示すように，I～II，II～III・IV，III・IV～V・VIの各モレーングループの間に time gap があることは各モレーン相互を比較してみた場合，河川による下刻の程度，植生の状態等より判断される。ただこの中，V及びVIの氷成モレーンは現在の万年雪に最も近接した高所にあり，氷河涵養区を有しない万年雪田端の雪蝕堤の外側で，しかも，植生，開析度より見れば，この雪蝕堤よりもやや古い。この今日形成されつつある雪蝕堤との時代関係からみれば当V，VIモレーンは有史時代の生成とみなされ得る程の古さで，モレーンとしては極めて新鮮である。この時代資料の上に立って（この関係は薬師岳の氷河堆積堤と雪蝕堤との関係に於て最も明瞭である），また，白馬沢の堆石堤中の流木の時代（堀江，1968）より間接的に判定して堀江はこのV，VIモレーンをいわゆる Post-glacial（後氷期）中の日本高地における氷河進出の一証とみなした。（このV，VIモレーンは先にも記したように北海道の山地では一般に欠く点については，おそらく，この過去数千年間の小規模な氷河進出は，欧米と同じく Hypsithermal 中の気温低下よりも降水量増加に基く氷河生成に起因するために，日本アルプスに比して降雪量の少い日高山地ではモレーンとして生成されなかったのであろう。）同様な現象は同じくロッキー山地で MATTHES (1949) 等により指摘せられ Little ice age と呼ばれる4,000年 B.P. 来の氷河進出とされ，これらをまとめた PORTER 等（1967）は，2,600年 B.P. に始まる Neoglaciation として総括し，世界各地の氷河進出の証跡をまとめ上げている。事実，アラスカ，アルプス等では，著しい氷河進

第１図　日本の高山地におけるモレーン群と琵琶湖堆積物中の寒冷多雨気候との対比（HORIE, 1965, 1976, FUJI & HORIE, 1977, NAKAI 1977に基く），(after HORIE, 1978)

出が18世紀に生じた事実が知られている。こうした観点からすれば1万年前に氷河時代が終り，それ以降を沖積世（後氷期）と呼ぶことは現在の最新の知識からすれば正しくない。

一方，堀江の調べた白馬，七ツ沼カールのモレーンは最近，小野，平川（1975）によって恵庭パーミス層の時代から15,000～12,000年の古さのモレーンとされ，これは堀江の推定年代とほぼ一致するものである。これら地形上，火山灰年代学上の編年学的資料を踏まえ，一方，C^{14} による年代測定万能な琵琶湖堆積物の測定結果，山本，金成，福尾（1973）による Bulk density を用いての年代推定など，年代資料を活用して作成した上記の古気候図を見ると，低温，多雨という氷河形成に最適な条件を具えた時代は上限，下限共に明らかとなる。堀江は日本高地のI～VIのモレーン生成期を琵琶湖堆積物記録とかく対比して時代を推定すると共に地形的にはモレーンのみからでは不十分な古気候細分の編年を琵琶湖堆積物により組み上げる作業を進めつつある。以上が堀江の古気候復原手法であるが今後，モレーンの時代を決める確実な新資料を出来るだけ入手して，より完全な氷河時代の様相を明らかにしてゆく考えである。いずれにしても，欧米の氷期研究に於ては，ギュンツ，ミンデル，リス，ウルムの大氷期の区分は，地上に露出した氷河性堆積物の層位学的研究に頼っており，数万年を越える古さの年代は大洋底堆積物との試案的対比によって論ぜられている。しかしながら，山地域と大洋底というこうした遠距離間の対比には海水の大循環，スランピングを始めとする多くの難問題をかかえ，決して全幅的な信頼をおく訳にはいかない。その一方，欧米の洪積世末以降の細微な気候変動は花粉層序を始めとする研究によって進められてきているがいずれも数万年間の範囲にとどまる。この点，琵琶湖堆積物は，日本アルプスより200km，大雪，日高山地からでも，1,000km余に過ぎない距離にあり，しかもその間，津軽海峡を除いては，陸地が連続しており，第四紀の各種記録が保存されていることよりすると欧米の大氷期対比における大洋底堆積物に優るとも劣らない研究価値を有していることになる。さらに見逃すことの出来ない琵琶湖堆積物の優れた点は，火山灰層の含有と粒度分析の可能性である。前者についていうならば200m コアの中でも30～40枚の火山灰層があり，これらの起源は，姶良，阿蘇，あるいは山陰の諸火山と考えられるが，この火山灰層中のジルコンの測定（Fission track 法）によって堆積物の各年代が判明している。

第1図に示したように，西村　進，横山卓雄等(1975)の成果は，琵琶湖年代学上，欠くことの出来ない貴重な資料で，これにより世界で初めて，数10万年間にわたっての，しかも細微な区分に基く気候変化を主題とする自然環境の変遷を時間軸の上において考察出来，他国人には成し得ない成果が挙げられているのである。また粒度分析は海洋底では搬入物質は河口より逸散してしまい，一方内湾底では周辺沿岸からの砂礫層混入によって擾乱され，その分析を成し得ない。その点，湖沼では，流入河口より沖帯へ運搬される物質は，土地の隆起等の影響を除去し得れば各時代の降水量を反映している可能性が大きく，大洋に比して湖沼では堆積速度の速いことと相まって，微細層序，すなわち細かい年代間隔で降水量変動を解明し得よう。上の古気候図は実にかかる粒度特性を琵琶湖で活用することによってつくり得たのである。こうした各種資料の収集，選択と，その積み上げによって日本高地の氷期はようやく，その性状を明らかにしはじめたといえよう。しかもこれらの証拠は琵琶湖堆積物の最上層部にしか相当しないことも明瞭である。将来，研究の進むに従って琵琶湖底のより深層に保存されているかもしれないより大規模の氷期の証拠に対比されるべき陸上の証跡の再検討も始められよう。さらに前人未踏のこの研究をより進展させ今後，鮮新世までの湖底深層掘削をめざす我々の前には，余人の全く思いも及ばなかった気候変化の問題の出現が考えられる。こうした日本科学者を中心とする新しい学問分野発展の見通しの上に立って，堀江は日本の氷期を従来の欧米に倣ったギュンツ～ヴュルム，（ネブラスカン～ウィスコンシン）の命名から脱却，日本人による命名を世界各国学者の基準とするために，先ずヴュルム相当期を，氷河性堆積物が地域的に集中し，しかもその連続関係がよく追跡される槍，穂高連峰域からとり，穂高（Hotaka）氷期と命名，小林貞一先生によって51年5月，日本学士院例会で紹介されている。この命名は，日本アルプス，日高山地を頂点とし，琵琶湖堆積物深層資料を基礎とする日本列島の氷期命名の第1段階であって，グローバルな氷

期，間氷期の細分とその新しい命名を図る上での第1歩を踏み出したといえるものであり，その意義は今後の琵琶湖堆積物研究の進展と共に逐次，重要性を増してくるに違いない。

V．琵琶湖の自然史の復元，2，3の例

琵琶湖の自然史を語る上で，最初にどうしてもことわっておきたいことがある。

琵琶湖は約500万年前に発生したという（横山卓雄 1973）。もちろんそれは，現在の科学的知識としては誤りではない。しかし，500万年前に発生したのは，厳密には現在の琵琶湖ではない。

琵琶湖500万年の歴史は，正確には二つの湖の歴史である。横山はこれを古琵琶湖と現琵琶湖の二つに大別して考えている。約500万年前に発生した古琵琶湖は，約130万年前に消滅した。一方，現琵琶湖は約200万年前に発生して，今なお広く水をたたえている。このことは過去にも述べたことがあるが（IKEBE et al. 1976，横山卓雄1978），その内容はもう一つ明確さを欠いていた。その理由は，愛知川流域の堆積盆地が現在の彦根沖の北湖湖盆と連続しているのか，それとも切れているのかが不明であったことによる。現在京都大学の西村　進氏を中心として，この地域の重力測定が精力的に行われている。その結果を側聞すると，湖岸にはやはり基盤の高まりがあるようで，上の二つは異った堆積盆地と考えてよいようである。現琵琶湖と古琵琶湖はやはり直接的にはつながらない別の堆積盆と考えられるのである。

古琵琶湖と現琵琶湖の二つは，水系としては同一であるが，堆積盆地としては異質である。琵琶湖の自然史は，この二つの兄弟湖の歴史であり，前述の年代から考えれば，約200万年前から130万年前の間は二つの湖が別々に同時に存在していたと思われる。この二つの湖については，第1表，第2・第3図から，その歴史の概略を読みとることができる。

(1)　古琵琶湖層群の概略

琵琶湖の自然史を復元する作業のうちで，最も基礎となるのは，古琵琶湖層群の調査である。第2図は古琵琶湖層群を中心とした琵琶湖周辺の第四系の地質図，第3図が各地層の年代範図，第4図が各地の総合柱状図である。

従来，古琵琶湖層群は下位より島が原累層・伊賀油日累層・佐山累層・蒲生累層・八日市（中部）累層（礫層）・堅田累層の六累層に区分されていたが（YOKOYAMA 1969），1978年に湖北高島町の丘陵地を構成する古琵琶湖層群が調査されて，「高島累層」と命名されたので（YOKOYAMA et al. 1977），現在では第2表に示したように，基本的には7累層に区分されるといえよう。

このような資料を総合することによって，琵琶湖の自然史が復元されていくのだが，ここではその1例として，古地理を示すにとどめる（第5図）。

(2)　南湖の自然史――特に堅田断層の形成史について――

さらに自然史復元の一例として南湖の構造

第1表　琵琶湖の発達史概略

年代(万年)	地質時代		発達史 現琵琶湖	発達史 古琵琶湖	自然史上のおもな事件
1	第四紀	完新世	発展期	(丘陵地)	比良山系上昇
		更新世			堅田断層形成、堅田丘陵上昇
100					古琵琶湖消滅
			形成期	消滅期	鈴鹿山脈上昇開始
			準備期	退期	古琵琶湖の中心が北方に移り（蒲生湖）、それとともに現琵琶湖誕生する
200	(日本・イタリアでの境界)		(丘陵地)	発展期	古瀬田川の形成
	(世界的な境界)				古琵琶湖最大となる（佐山湖）
300	第三紀	鮮新世	(山地)		鈴鹿山脈をこえて伊勢湾へ流出していた水が北の出口から流出しはじめる
400				形成期	湖の形成
				準備期	地殻変動が激しくなり、山地と盆地の区別がはっきりした
500		中新世		(準平原)	所々に直径1～2kmの凹地があった

第２図　琵琶湖周辺の第四系・古琵琶湖層群地質図

発達史について述べてみよう。南湖は，北湖に比して面積もはるかに小さく，かつ深さも10m を越さない。東～東南から狼川，伯母川，草津川などが流入し，広い平野を形成していて，一見，大きな湖がこれらの河川によって埋め立てられていく過程の一時点であるかのような形状をしている。この形状を西岸に沿って走る堅田断層（第6図）とによって，「琵琶湖は断層湖である」というイメージが形成されたのであろう。はたしてそれは正しいのであろうか。

上の言葉のもつ科学的な内容は「琵琶湖発生の主要な要因は断層運動にあった」ということであろうか。もちろんここでは，現琵琶湖の発生を意味するのであって，古琵琶湖については考えないことにする。

この定説の起った最大の理由は，南湖の西岸に沿って古琵琶湖層群がほぼ垂直に立っていることであろう。これは堅田断層と呼ばれている。この断層の形態，形成史を中心に南湖の構造発達史を検討してみれば，琵琶湖（南湖）出現の主要な要因が断層運動なのかどうかはっきりするはずである。

①滋賀丘陵と1,000m ボーリングから知られる古琵琶湖層群の層相

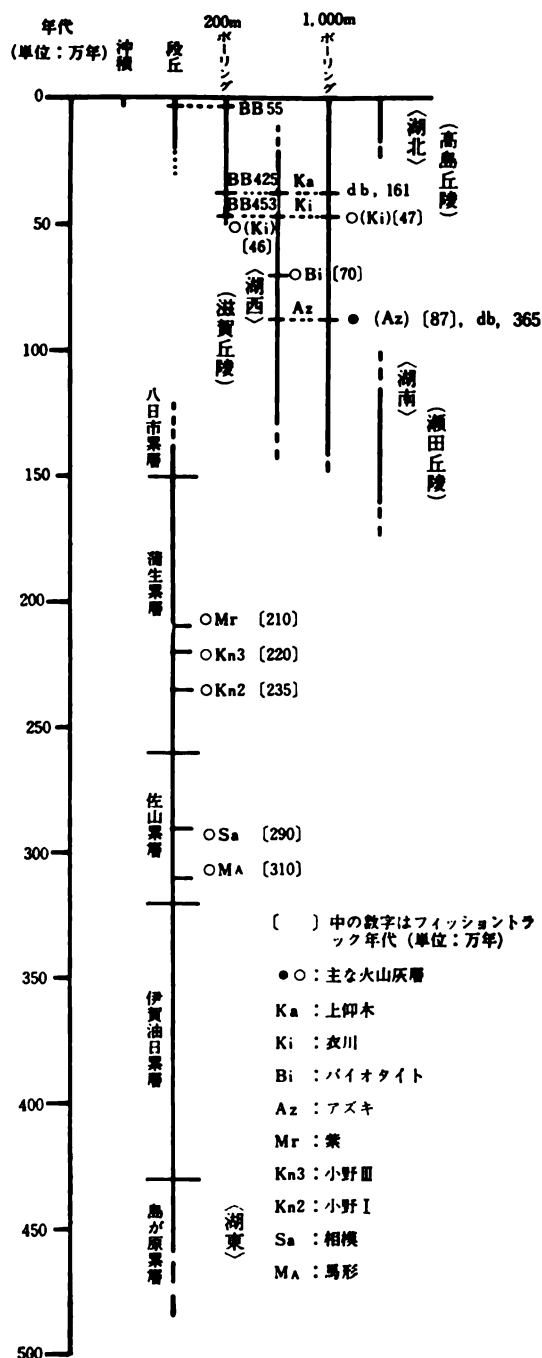
1976年春に野洲川の河口，守山市北端の琵琶湖大橋東側で，研究用 1,000 m ボーリングが行われた。このボーリングによって知られた科学的資料は非常に多いが，ここでは，2，3の火山灰層準の層相について議論しておきたい。このボーリング・コアの層相については詳しく報告されているので（YOKOYAMA et al. 1976)，ここには述べないが，約825m の厚さの地層中に10層の火山灰が発見されている。そのうち，db 365，db 227，db 183，db 161，db 125 の5火山灰層が，湖西の滋賀丘陵の堅田累層中にはさまれるアズキ，大野，ホワイト，衣川，上仰木の各火山灰層に対比されている（TAKEMURA et al. 1976)。このうち最後の二つは，1971年秋に行われた琵琶湖底200m ボーリングにおいても発見されている（第4図）。これらの火山灰層準について，丘陵地と野洲川河口とにおける層相を比較したのが第7図である。

野洲川河口では細砂あるいは中粒砂を主体とする約10m の厚さの砂層にアズキ火山灰がはさまれてい

る。一方丘陵地では，アズキ火山灰層は喜撰川中流と雄琴で観察できるが，ともに1～2 m の厚さの砂層をはさむ厚さ 10m 以上の粘土層にはさまれている。現在は琵琶湖面より約30m 高い地点に露出している丘陵地のばあいは粘土相で，湖水面下553m にある野洲川河口は砂相である。一般には砂相は沿岸相であり，粘土は湖心相であるが，この場合もそう考えてよいであろうか。

一方，大野・ホワイト・衣川・上仰木の4火山灰層は，雄琴面西方では厚さ100m 以上の上仰木粘土層（南圧粘土層上部）にはさまれている（YOKOYAMA 1975)。この粘土相は塊状でほとんど砂をはさまない。大野火山灰層の下位6 m から上仰木火山灰層の上位まで，一連の粘土層からなりたっている。一方，この4火山灰層は，野洲川河口の1,000 mボーリングでは，砂・粘土互層にはさまれているが，粘土含有量は40%以下であり，本質的には砂相にはさまれるといってよい。この層準もやはり，現在の丘陵地に湖心堆積相が，現在の野洲川河口（南湖の中心近く）に沿岸相がみられるのである。

②湖西の古琵琶湖層群の古水流方向について

筆者は数年来古琵琶湖層群中の砂層中にみられる斜層理の最大傾斜方向から，地層堆積当時の古水流方向を復元している（横山卓雄 1968)。斜層理とは，写真1・2に示したような地層の単層内の構造であり，地層面にある傾斜をもった葉理あるいは堆積単位である。この最大傾斜方向が，堆積物をはこんだ当時の水流の方向（古水流方向）と一致すると考えられるので，斜層理の最大傾斜方向を統計的に測ることによって，古水流方向を知ることができる。第6図は湖西の滋賀丘陵における古水流測定結果を示したものである。この図にみられるように，滋賀丘陵の東端，つまり湖岸にそった地域では古水流方向がほぼ南西向きであり，西方向きのものもみられる。この結果からは，現在の南湖の地域に当時の堆積盆の中心があったとは考えにくい。

第3図　琵琶湖周辺の第四紀堆積物の年代比較

第4図　古琵琶湖層群の総合柱状図

むしろ丘陵の中心部に堆積盆地の中心があって，現在の南湖域は沿岸部であったとするのが自然である。

③堅田断層の形状と活動期について

第6図には古水流方向とともに堅田断層の正確な形状を示しておいた。小縮尺の構造図などでは，堅田断層は一連のつながった断層として表現されているが，実際に現地で追跡してみると走向も傾斜もちがう数本の小断層の集合体であって，一つ一つの小断層が数km 以上連続するのは稀である。基本的には2～5kmの小断層が雁行状をなしている。

小断層に沿っては地層が60度以上傾斜していることが多くなかには垂直に立っていたり，逆転したりしている。しかし地層そのものは水平方向に層厚の変化が比較的少ない。このことは，この断層の活動が古琵琶湖層群の堆積時ではなく，堆積後に起ったことを示すようである。湖西の堅田累層の層相・層序から考えれば，龍華砂礫層の堆積が堅田断層の形成によってはじまったと考えるのがもっとも自然であろう。堅田断層は南湖の発生期に生じたのではなく，むしろ消滅期に活動した断層といったほうが妥当である。南湖は，約200万年前に造盆地運動によって発生し，約600m の地層を堆積した後に，断層運動によって二分され，盆地の中心であった現丘陵部が急速に隆起したと考えられよう。この断層運動は，もちろん基盤の破壊をともなうものであり，基盤のブロック化と，傾動によって垂直落差が生じ，水平ズレによって雁行状の形態が作られたに違いない。現在丘陵部では湖面より30m の高度にアズキ火山灰が露出している（YOKOYAMA 1975)。一方，野洲川河口では湖面下約550m で発見された（YOKOYAMA et al. 1976)。その垂直落差は約600m に達する。堅田断層は約40万年前に生じたと考えられるので，その平均移動速度は1.5mm/年に達する。

以上のべたことを中心にして，南湖の構造発達史を模式的に示したのが第8図である。40万年前頃に起った地殻変動は，琵琶湖周辺のみでなく，近畿東海地方に広くみられる。大阪では満池谷累層を形成し，京都では湖を消滅させた。中部では養老断層が活動を開始したと考えられる。この運動は決して琵琶湖を形成した運動ではない。琵琶湖は断層湖とはいえないであろう。

第2表　古琵琶湖層群層序表

年代(年)	地層名			地層の厚さ	火山灰層	岩相
	層群名	累層名	部層名			
20万—	古琵琶湖層群	高島累層	アイバノ礫層	80~100m		大・中礫大の礫層
			暁街道砂礫層		—暁	小礫を含む砂礫層
			古賀礫層			巨礫層
			(白土谷層)		—白土谷	角礫層をはさむ炭質粘土層
40万—		堅田累層	龍華砂礫層	450~500m		中・大礫層
			南庄粘土層		—上仰木 —アズキ	粘土層(砂層をはさむ)
			和邇砂層			砂層(粘土層をはさむ)
130万—		中部礫累層	八日市・瀬田礫層	100m±		小・中・大礫大の円礫層
200万—		蒲生累層	日野砂・粘土互層	480m±	—北脇	礫・砂・粘土の互層
			日野粘土層			シルト質粘土層(砂層をはさむ)
250万—			布引山互層		—虫生野	砂・粘土互層
		佐山累層	小佐治粘土層	100m±	—小佐治	粘土層
			砂坂砂層			中粒砂層
			野尻粘土層		—相模	粘土層(砂層をはさむ)
			葛木砂層		—馬杉	粗~中粒砂層
300万—			櫟野・和田粘土層		—湯舟	粘土層
		伊賀・油日累層	油日砂層	400~500m		中粒砂層
			田山礫層			中~巨礫層
500万—		島が原累層	(陶土層)	100m±		礫層と陶土層の互層

基　盤　岩　類

(3)　古琵琶湖の水はどこへ流出したか

古琵琶湖の歴史において，最も雄大でかつ安定した湖は，約300万年前から250万年前に存在した“佐山湖”である（横山卓雄 1978）。この湖は古琵琶湖層群佐山累層を堆積した湖であり，現在の三重・滋賀県境のやや北に中心があったと想像されている。佐山累層は約100m の厚さの塊状粘土相からなり，基盤山地の近くでも層相がほとんど変化しないことからみれば，佐山湖は湖岸に山がせまった広大な湖であったに違いない。

横山は以前に，この“佐山湖”の古地理図を描いたとき（横山卓雄 1978），水を鈴鹿山系をこえて東方の伊勢湾地域（当時は東海湖といわれる湖が存在していたと考えられる）に流出させた（第5図）。これは古水流方向の測定から復元したことであり，ここで，このイメージについて議論しておくことにしたい。

第9図は，佐山湖を中心とした古水流方向測定結果をまとめて示したものである。

佐山累層の分布域である滋賀県甲賀郡では層準毎の古水流が詳しく調査されている（第9図A）。その結果によると（横山卓雄 1968），佐山累層中部の野尻粘土層を境にして，上位の砂坂砂層では古水流は北向きであり，下位の葛木砂層では南向きである。佐山湖の初期においては，水は南へ流れていたようである。野尻粘土層にはさまれている相模火山灰層の放射年代は290万年なので（第4図），約300万年前より古い時代の古琵琶湖の水は，この地域では南へ流れていたことになる。

より南方の伊賀盆地の古水流方向についてみてみよう（第9図C）。伊賀盆地西方，江和高原の島が原地域には，佐山累層より下位と思われる伊賀油日累層が分布している。ここで測定した古水流方向はすべて東～北東向きであって，伊賀盆地の中心に向って古水流は流入している。

伊賀盆地と甲賀地域とは，堆積盆地がちがっていて，古琵琶湖時代には佐那具付近でせまい水道によってつながっていたことが，地層の分布から推定できる。佐那具では北と南から高い基盤山地がせまっていて，幅2～3km の細長い部分にのみ古琵琶湖層群がみられる。この部分の古水流方向（YOKOYAMA 1975）を示したのが第9図Bである。結果から考えられるように，この水道では水は東向き（北東～東）に流れている。伊賀盆地から甲賀地域に水は流入していたのである。ここに分布する地層は，伊賀油日累層の最上部と考えられるので，佐山湖が広大な湖になる直前の古水流が測定されていると考えてよい。

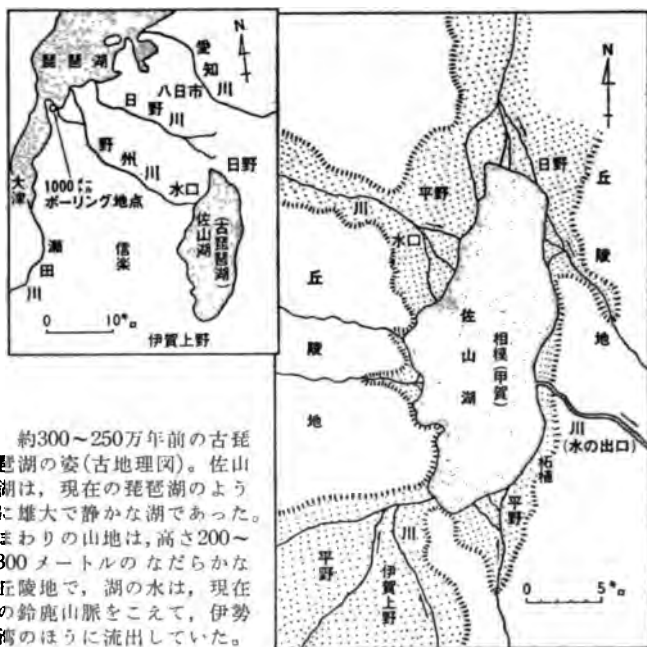
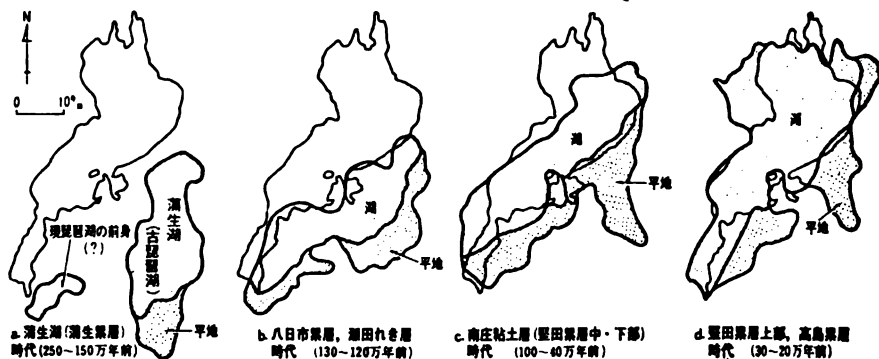
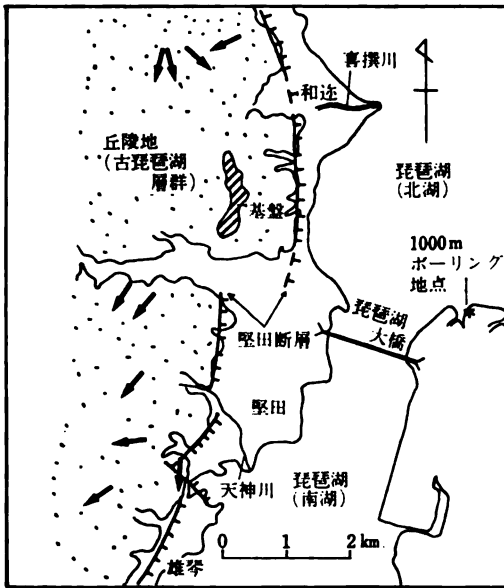
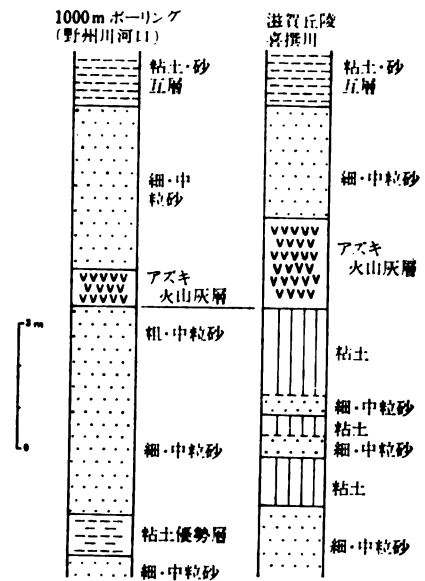
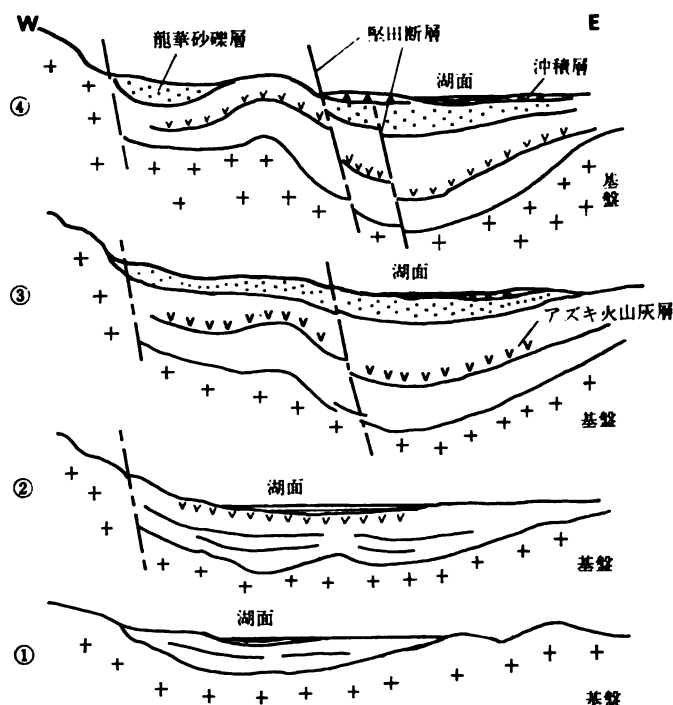
琵琶湖発生期の水流方向については，1960年代の前半に「伊賀盆地から西方へ向って流れ，奈良盆地を経て，瀬戸内を西方へ流下していた」というイメージが提出されていた。しかし，伊賀盆地西方の島が原地域や佐那具地域の古水流が東向きであることから，このイメージは否定されてしまう。伊賀油日累層上部は佐山湖の発生期であり，この時代の古水流はすべて柘植地域に集ってきている。このことから考えられるのは，古地理図に示したように，鈴鹿山脈をこえて東方に流出していた可能性が大きいということなのである。このことは地層の岩相からも支持されるといえよう。伊賀盆地西方島が原地域の伊賀油日累層は，主として中・大礫大の礫層からなっているが，佐那具地域では

約300～250万年前の古琵琶湖の姿（古地理図）。佐山湖は，現在の琵琶湖のように雄大で静かな湖であった。まわりの山地は，高さ200～300メートルのなだらかな丘陵地で，湖の水は，現在の鈴鹿山脈をこえて，伊勢湾のほうに流出していた。

c，b は現琵琶湖盆地　b は古琵琶湖から現琵琶湖への移行期
第5図　古琵琶湖の古地理図

第6図　湖西の滋賀丘陵の堅田累層における古水流方向（矢印）と堅田断層

第7図　アズキ火山灰層準の層相の比較（雄琴地区では7mほどの厚さの粘土層にはさまれている）

写真1　喜撰川におけるアズキ火山灰層の露頭崖の上部の木の影の中にみえる白い部分がアズキ火山灰層

写真2　砂層内でみられる平板型斜層理，中央の円は100円コインである。この場合は左から右への古水流が考えられる

主として粗粒砂層となり，柘植地域では中・細粒砂と粘土層の互層となっている。

しかし，古琵琶湖の水が鈴鹿山脈をこえて東方へ流出したと考えるためには当時の鈴鹿山脈がどんな高度をもっていたかについても検討しておかねばならない。現在鈴鹿山系内で発見される古琵琶湖層群のうち，もっとも高度の高いのは約550mの高さに分布する砂層～砂礫層である。そして同時代の堆積盆地の中央部に堆積した地層の現在の高度は290～300mである。盆地中央を支点として，鈴鹿山脈を沈めて，550mの高度を300mの高度まで移動させてみると，鈴鹿山脈の最高の高度が約200～300mの比高になってしまう。これは単なる紙面上の計算にすぎないが，約300万年前の鈴鹿山系は，現在のように1,000mに達する比高の山脈ではなく，比高200～300mの丘陵地であったことは，他の資料からも支持されることであ

第８図　南湖の構造発達史

①南湖形成期（約200～130万年前）――基盤のたわみによって凹地ができ，地層が堆積しはじめた
②南湖拡大期（約100～80万年前）――現在よりはるかに大きな湖となり，湖心には粘土層がたまっていた。西方の山地との間には断層ができ，湖にはアズキ火山灰が降った
③堅田断層発生期（約40万年前）――隆起傾向となり，堆積物が粗粒になる。湖はせまくなった
④現在（南湖形成期）

り，決して可能性のないことではない。地殻変動の速度を計算してみても，300万年間に700～800m の上昇であるから0.3mm/年の平均上昇速度となり，前にのべた堅田断層の平均移動速度の５分の１である。自然現象として無理な速度とは決していえないであろう。

以上のようなことを考えてみると，佐山湖の水は鈴鹿山脈をこえて東海湖へと流出させられたのである。もちろん東海湖の生物相と古琵琶湖の生物相が非常に似ているという，化石から知られる情報も，その基礎となっている。しかし，生物相については，まだ正確な科学的資料といえないものも多い。今後の研究に期待がかかるところである。もちろん佐山湖の水が鈴鹿を越えて流出していたというイメージも，現在考えられる科学的仮説である。他の分野から得られる資料を含めて，今後とも検証されつづけなければならない。

(4)　火山灰について

草津線貴生川駅南東約２km に，虫生野という集落が存在する。滋賀県甲賀郡貴生川町の中の一つの集落であるが，この北方の農場の入口の崖に，厚さ10m におよぶ白色の火山灰層が露出している。これが，琵琶湖の自然史を語る上で欠くことのできない“虫生野火山灰層”の模式地である（写真３）。この火山灰中には直径７～10cm に達する軽石が多量に含まれていて，それがこの火山灰層の大きな特徴となっている。

火山灰層と自然史との関係について，誰もが第一に思いつくことは，これだけの量の火山灰がどこから運ばれてきたのだろうかということであろう。虫生野火山灰層の初期分布範囲を推定してみると，古琵琶湖堆積盆だけでも200km² こえることは確実である。仮に平均の厚さを７m と考えて，この地域に積った火山灰量を計算してみると，

$7\times200\times10^6=1.4\times10^9\mathrm{m}^2$

つまり，15億平方メートルに達する。これだけの量を埋立てに使ったら，琵琶湖の南湖は十分に陸地に

第9図　古琵琶湖層群佐山累層以下の層準における古水流（矢印）方向

写真 3 虫生野火山灰層の露出，右の人の足もとから，写真のいちばん上まですべて火山灰層である。厚さは7～9 m に達する

写真 4 琵琶湖200m ボーリングコアサンプル，サンプラーからとりだした直後に撮影したもの（中央の円は10円コイン）

することができる。この火山灰は鈴鹿山脈をこえて三重県北部にも堆積しているので，もっと大量の火山灰が空中に飛散したことになる。現在の琵琶湖の総容積の約10分の1の量の火山灰が一度に堆積したのであるから，その時の自然の様子は想像に絶するものであったことであろう。

このような大事件をもたらした火山の火口，つまり，この火山灰の起源はどこであろうか。軽石の大きさを考えると，それほど遠いところではないであろう。数十km の距離に火口があると考えざるを得ない。残念なことに，現在のところ，この火山灰の起源は不明である。この火山灰の年代は，約230万年前と考えられるが，起源となった火山はすでに侵食されて消滅してしまったのかも知れない。

我々が火山灰の起源を問題にするとき，比較的容易に起源をさがすことのできるのは，約10万年前までである。たとえば，200m ボーリングの深度26m にはさまれる BB・55 火山灰は，約2～2.5万年に九州南部の姶良カルデラの一部で爆発したものが，近畿地方まで飛散してきて，琵琶湖にたまったものだと考えられている。この火山灰は，厚さ約20cm で桃色をしている火山灰で，琵琶湖周辺の段丘や京都盆地底，奈良東方などでも発見されている。

このような火山灰が発見され，各地の火山灰層が比較されて，同一性が確認されることは，地質学上極めて重要なことである。火山灰飛来という事件は，他の地質学的・自然史上の事件に比較すれば，はるかに短時間（数日～数ケ月）で完結すると仮定できるので，地層中の火山灰は，地質学的な意味での時間面と考えることができる。火山灰を鍵層として使うことによって，各地の地質学的事件の新旧関係を知ることができるので，火山灰の研究は自然史上，非常に重要となってきている。

(5) 200m 湖底ボーリングと現琵琶湖

200 m ボーリングサンプルから知られた自然史についての資料は非常に多いが，ここでは層相についてのみ述べることにする。

このボーリングについての研究にたずさわった地質学者を驚かせたのは，200m という湖底ボーリングとしては世界一の長さであることではなく，採集されたコアサンプルが火山灰を除いて粘土のみであったことである（写真4）。厚さ2,000 に達する古琵琶湖層群においても，このように厚い粘土層は発見されていない。粘土層はふつう砂層と互層していて，細砂やシルトを含有している。純粋の粘土層として最も厚いのは，佐山累層の櫟野・和田粘土層であるが，それでも30m をこえない。200m はあまりに異常である。

この厚い粘土層が湖心にたまっている時，すなわち，50万年前から現在までの間，滋賀丘陵は礫層堆積後上昇をつづけていた。また野洲川河口は約250m の厚さの砂礫層を堆積している。湖心に砂層がはこびこまれなかったのは，沿岸部が急速に沈降することによって，川から運びこまれた土砂をすべて，沿岸部

にためてしまったからであろう。厚さ200m におよぶ異常な粘土層の堆積をもたらしたのもやはり，堅田断層を形成した約40万年以後の激しい地殻変動であった。基盤のブロック化，傾動，部分的隆起沈降といったパターンの地殻変動によって，現在みられるような広大な湖が形成されたのであろう。

VI. 琵琶湖堆積物による古地磁気の研究

いうまでもなく琵琶湖は狭い日本列島中最大の湖として有名であるが，湖の生命が特に長く，バイカルやチチカカ湖に匹敵し，200万年を越すという特異性をもっている。従って湖の誕生以来現在に至るまで，連綿として絶えたことのない堆積層が湖底に存在し，負の重力異常からの推定結果，その厚さは1,500mを遙かに超越すると考えられている。

一般に湖の生命は短かく，湖に搬送される土砂が短時間のうちに湖内をうずめつくすのに反し琵琶湖は特別で，湖の底部が沈降をし続け，沈降速度が湖底面上での堆積速度を抜かれる事が少なかったためである。湖の周辺部は上昇運動を続け，逆断層により比叡や賤ケ岳などが出来た。このような地殻運動をひき起した原因は列島を東西方向に圧縮する応力で，それが常時存在していたためであり，あきらかに太平洋のプレート西方移動にその要因を求める事が出来る。

さて，1971年堀江によって獲得された，200m のボーリング・コアの中心部から一辺2cm の立方体試料を連続して採集し，各自の持つ残留磁気の測定を行う事が出来た。各立方体はほぼ40年間かかって堆積した事になる。

堆積物の自然残留磁気，NRM，はそれ程強くないが，非常に高い安定性を持ち，これに交流の減少磁場をかけてピーク磁場をほぼ400エルステットにしても NRM は半分以下にならぬ程度で，その抗磁力はテープレコーダーやアルニコ磁石のそれに比べてもあまり大きい遜色がない。ただ一部に不安定な NRM をもつ試料もあったので，これを取り除くため測定前に，100エルステッドの交流消磁を試料全部にわたって実施してのち，測定を行った。

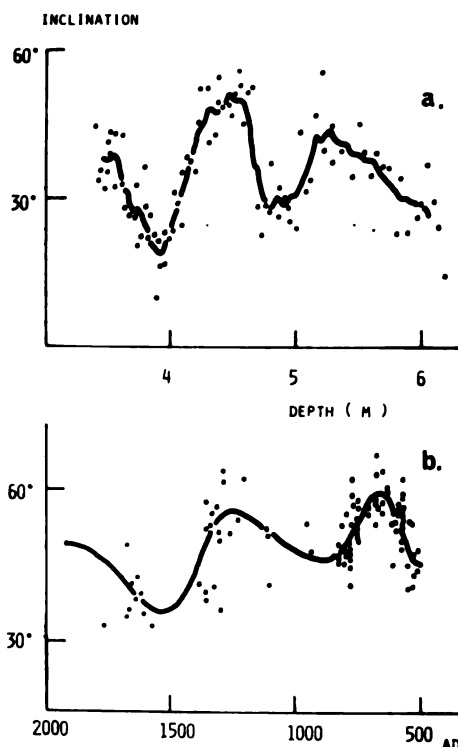
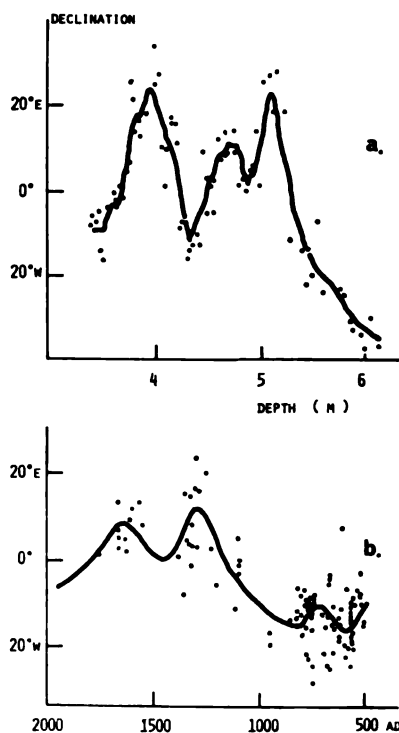
測定器は無定位磁力計（阪大）と，スピナー磁力計（京大）と，それに一部はスクイッド磁力計（神大）であった。感度や測定方法が一定でないので，これを除くため，ある部分は二つの測定器によってだぶらせて測定を行った。自然物の残留磁気を担う磁気鉱物の多くは磁鉄鉱や赤鉄鉱，磁硫鉄鉱，チタノタグネタイト，イルメノヘマタイトなどでこれらがいかにして磁化され，地磁気の化石となるかに関し多くの研究が行われた。しかるにこの湖底堆積物中の磁気粒子は極めて微粒で電磁石を用いても抽出しにくく，筆者は未だにその姿をあきらかに出来ぬ深い悩みを持っている。

一方，IRVING and MAJOR (1964)，及び KENT (1973) 等は実験室に於いて，堆積物が磁化されていく過程を研究し，磁化の方向は堆積物に作用している実験室中の地球磁場と平行で，その強さは地球磁場の強さと比例することを解明した。

得られたコアから採集出来た多数の立方体をすべて測定して深度の順序に並べると，丁度カセットテープで音楽を楽しむ事が出来るのと同様に，地質時代から先史時代，先史時代から歴史時代を経て現在に至る連続した地磁気永年変化の実体を把握する事が出来，今までにかってなかったすぐれた解像力を持つ地磁気のレコードを手にする事が出来るのである。

湖底堆積物を利用すると，最上層の密度の低い，水分の多いところを除いて意外に浅いところから，安定な NRM を拾い出せることが磁気測定の結果から明らかになった。

古地磁気の記録のうちで最新のものは歴史時代にわたるもので，考古古地磁気学の分野ですでに求められている。しかも，琵琶湖に近い場所の様子としては，西南日本に於ける考古古地磁気変動があり，そのデーターが第10及び第11図の下部に示されている。

琵琶湖のボーリング・コアの上層部の伏角変化及び偏角変動（第10～第11図の上に示したカーブ）と考古古地磁気変化が定性的に極めて相似している。そして，化石磁気の最新年代が，今世紀前にまで近づく

第10図　琵琶湖コア上層部の伏角変化 a と西南日本における考古古地磁気変動 b

第11図　琵琶湖コア上層部の偏角変動 a と西南日本における考古古地磁気変動 b

事がわかった。歴史時代における地磁気の強度変化はすでにチェコスロバキア(12第図A)，アリゾナ(B)及び日本(C)の三地方に於いて求められており，これに対し琵琶湖の変動(D)が，対比的で，第12図に示された通りであった。

さて200メートルボーリング・コアの全域にわたり深度5メートル間隔で測定試料を採集し，その結果を深さの順に示したものが第13図である。

堆積層中には，ほぼ40枚に近い多数の火山灰が挾まっており，そのうち6層について，その年代がジルコンを用いたフィッショントラック法で決定された。その結果，最深部の年代はほぼ50万年 B.P. となった。したがって，200メートルのコアーは，Brunhes 地磁気正常時期に堆積したことになり，そうだとすると全試料は正の伏角値を持って然るべきであるのに，A, B, C 及びDで示した深度において，それぞれ負の伏角値が現われた。地磁気がこの間に逆転したことを示唆することがわかった。伏角が負になっていた期間は短かいようで，決定されたコア深度と年代値との関係から推定して長くても10,000年には至らぬであろうことがわかり，今を去る，11万年，18万年，29万年，及び38万年に地磁気の異常が発生したことが明らかとなった。

この地磁気の大変動は琵琶湖地方だけに生じたことではなくて，世界各地で起った，汎世界的な現象であるらしく，次の事実がそれを物語る。

琵琶湖の記録は北太平洋海底堆積物中の古地磁気の記録ともよく調和している。第14図中右端に示したものは，NINKOVICH et al. (1966) による最初の測定結果である。これでは微細部分が不明であるとい

うので，WOLLIN et al. (1971) がさらに細かく同試料を分離して再測定を行い，中央の図に示したような再測定結果を得た。

斜めではあるが点線が引かれている。北太平洋底と琵琶湖底から現われた各地磁気の異常がよく対応していることを示そうと思って引いた線である。

この4回の地磁気異常のうち11万年 BP のものは SMITH and FOSTER (1969) によって大西洋から琵琶湖の研究に先がけて発見されたもので，ブレイク事件と呼ばれているものであった。残りの三異常については未だ誰からも命名されていなかったために，筆者達によって18万年のものを BIWA Ｉ，29万年のものを BIWA Ⅱ と呼ぶことにした。Ｄに対応するものは同じく当時測定結果が未だ不明確であったので命名する事をさし控えていたものであるが次に述べるように，ほかの種々の化石量の大変化ともよく一致するので，今では BIWA Ⅲ と呼んでいる。

堆積物中に含有される有機物の諸要素及びその深部分布は，名大水研の小山及び半田によって研究され，第15図に示される如き結果が得られた (KOYAMA, 1972 ; HANDA, 1972)。

この図のうち最上には，地磁気伏角変動が示され，ブレーク，BIWA Ｉ，Ⅱ，及びⅢ事件の発生した深度を，有機物変動と対応させるために4本の破線の平行線を引いておいた。

上から二番目の図には小山の分析結果で有機物中の全炭素量の深度変化，第三番目には半田の分析結果でカーボハイドレイト炭素の深度変化，さらに第4番目には蛋白質炭素の深度変化が示されている。

第12図　歴史時代における地磁気の強度変化（A：チェコスロヴァキァ，B：アリゾナ，C：日本，D：琵琶湖）

上にあげた有機物諸要素の変化には，いずれも共通して，地磁気の異常時に有機諸炭素が激減している事が明らかである。

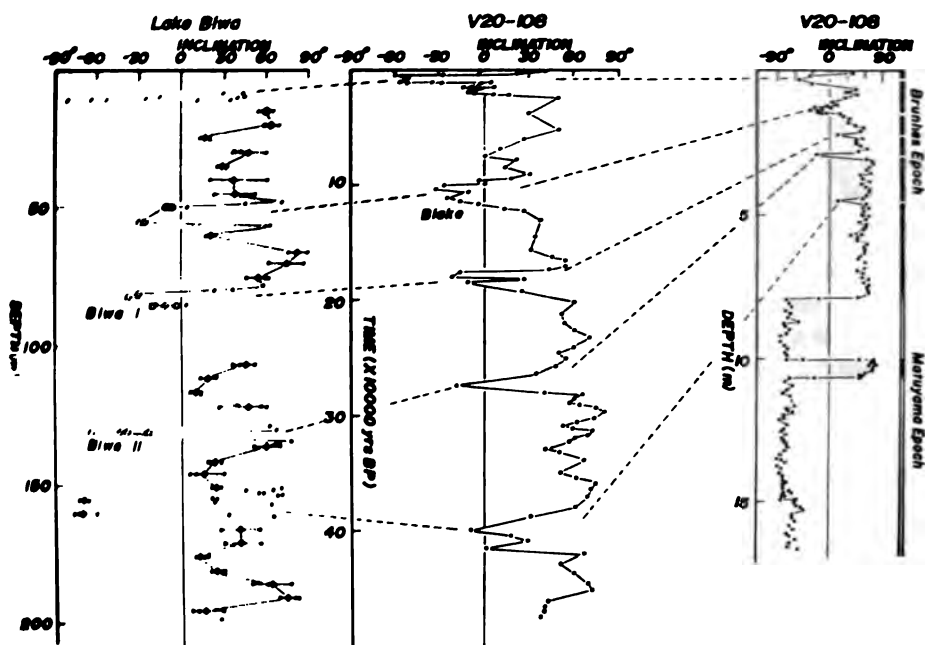
堆積物に含有される有機物は，湖中及び湖外の生体中でかつて光合成反応によって合成されたものだが，それが湖底に埋積されて現在まで保存されて来たのである。

地磁気の異常時に光合成反応が極端にさしおさえられた事が推定される。光合成反応は日照量と大気温度によって二種に制御され，BIWA 諸事件の時が低温であったか低日照がおこったか，あるいはそのいずれもが重なった可能性が高い。

また最近，東京都立大学の小椋及び石渡はコレステロール系のリピドカーボンの分析を行ったところ，コレステロールの含有量は地磁気の異常時に極度に増大し，カーボハイドレイトや蛋白質有機物が減少しているのとは全く正反対の分布を示した (OGURA and ISHIWATARI 1976)。

生体中のコレステロール量は，生体が高緯度や極地方に行く時と，これらが氷河期に向うとき，土中に増大するといわれ，生体が低緯度や赤道帯に行く時，又は間氷期に向うとき減少するという特性をもつ。

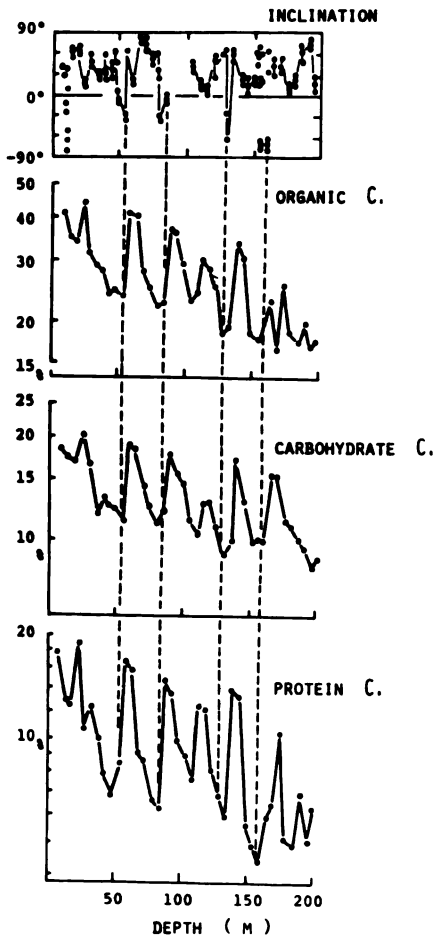
琵琶湖は極でも赤道帯でもない中緯度にある湖であるから，上記の事実を総合すると，地磁気の各事件

第13図　琵琶湖コアに見られる伏角変化

第14図　琵琶湖堆積物と北太平洋海底堆積物における伏角変化

にともなって，第四紀の各氷河が発生し，間氷期が一事件と次の事件とに挟まれて繰り返されて来た事がうかがえる。

名大の中井による $\delta^{13}C$ の深度分布と，また森による湖中のダイアトムの個体数の深度分布には，よい相関がみられ，古気温が低い時個体数が減少するに反し，古気温の高い時に，増大している関係が明らかになって，第16図に示すような状態である（NAKAI and SHIRAI 1977)。

この図面に，地磁気諸事件の発生した時を示す破線は，$\delta^{13}C$ 及び個体数のミニマに当って発生した事がわかる。

諸事件が発生するごとに，氷河が発生し，寒冷化し，この結果，生体に被害があらわれ個体数がおちこんだ事が少くとも，ダイアトムの分布から明らかとなった。

第15図　琵琶湖コアに見られる伏角変化と有機物の諸要素

第16図　琵琶湖200m コア中の珪藻・δ^{13}C・地磁気諸事件

第17図　琵琶湖200m コア中に見られる珪藻殻個体数と δ^{13}C

中井は同湖のコアの δ^{13}C の分析を行ったのであるが，コア全長にわたって縦軸にダイアトム個体数N，横軸に δ^{13}C をとり，第17図に図示すると右上がりの直線関係を得たが，かなり大きいばらつきの幅が生じてしまった。しかし，中井はたとえば BIWA Ⅱ～BIWA Ⅰ など，一事件と次の事件だけの短かい4つの時間帯にだけ区切って，その間のN対 δ^{13}C の関係をとるとき

$$N=-Ai+\beta\ \delta^{13}C \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

なる関係式が成り立ち，誤差が極めて小さくなったことをみつけた。さらに β は4時間帯にわたって不変なるも，Ai は古いものほど大きいことが明らかにされた。事件が発生してNが減滅したのち，ゆるやかに回復するが，ある時間帯と他の時間帯とで回復の初期条件が相異すると考えれば相異なった Ai の値が出るようで，種の消滅や新種の出現が，事件と共に起った事を暗示する。

上記の事実は，50万年 B.P. より現在までの地球古環境変遷を，地球と比べて九牛の一毛にもならぬ琵

琶湖のコア中での解析結果であるので変遷のグローバル性に信頼度がまだ足らぬ。そこで，太平洋海底堆積物中にも，(1) 琵琶事件があるか否か，(2) 地磁気と気候の相関があるか否かを調べた。

その結果，(1) BIWA 事件がマリアナ海から得られたコアから発見された。(2) 地磁気強度と大気温度に強い相関があることがわかり，Brunhes-Matsuyama 境界，Upper jaramillo (89万年)，Upper (164万年)，Lower (179万年)，Olduvae 境界の地磁気逆転時に強度が顕著に衰弱し，衰弱状態が長期に及んだ事，(ほぼ1万年以上) 及び1.06 B.P. と Reunion 境界では逆転はなかったが衰弱が長期化した。結論として地磁気の異常のすべての時期に，気候の寒冷化(氷河の発生) がおこった事が判明した (KAWAI et al., 1977 ; SHACKLETON and OPDYKE, 1973)。

第四紀の氷期は，生体の変遷に特別に大きい役割を果たし，氷期のなかった第三紀のゆるやかな生体変化は急ピッチで加速された。

その理由は，氷期にダイアトムの個体数が激減したように，他の多くの生体中に絶滅種が生じ，氷期を堪えぬいた種々や，その頃に出現した新種が，次の間氷期に適合して活動しはじめ繁栄の極みに再び次の氷期に遭遇して，ワンサイクルを終了する形式が繰り返えされた。

第四紀の氷河は生体に大きい打撃を与え，大変革を強制した点で，斉一説では説明しにくいキャタストロフィズム説がまさに適用されるであろう。

現在のところ地磁気異常と第四紀の氷期を結びつける明解な原理には未だ立ち至ることが出来ていないが，両者の相関はほぼ1対1である。

決定した年代から考えて琵琶事件のあった頃の氷期はリス氷期に対応している。地磁気や有機炭素，δ^{13}C それにダイアトムの変化を総合すると次の事実が明らかになる。小規模ですなわち短時間の氷期を除くとすると，リス氷期には少なくとも三回，大規模の氷河の発生が38万年 B.P.，29万年 B.P. 及び18万年 B.P. とほぼ10万年の周期で生じた可能性が非常に高い。

(1980年5月8日受理)

——以下次号——

地学雑誌, 89, 4 (1980)

房総半島鵜原地域の鮮新世後期—更新世初期の黒滝層

川 辺 鉄 哉* 浜 田 成 久** 前 田 四 郎*

Some Considerations on the Forming of the Late Pliocene—Early Pleistocene Kurotaki Formation, Distributed in the Ubara District along the Pacific Coast of the Boso Peninsula

Tetsuya KAWABE, Shigehisa HAMADA
and Shiro MAEDA

Abstract

Concerning the mechanism of the deposition of the Kurotaki Formation in this district along the Pacific coast of the Boso peninsula, many problems still remain unsolved. There are, however, some facts and considerations clarified in this work as follows:

1) The thick sediments with colossal boulders of the Kurotaki Formation distribute only at the Boranohana and the Kurogahana areas, Ubara, Katsuura city, throughout the areas in the Boso peninsula where the Formation distributes, and are observed to be extraordinary in sediments.

2) The Formation is about 35 m thick, and contains various kinds of pebbles and boulders, such as massive medium-grained sandstone, silty sandstone, tuffaceous siltstone, chert, andesite and so forth. They came mainly from the Kiyosumi Formation below, and some of them might have come from the Anno Formation and Mesozoic and Palaeozoic Groups.

3) The conglomeratic facies of the Formation in the area distribute in the direction of NE-SW. And the sedimentary cycles shown in conglomerate, coarse-grained sandstone and fine-grained sandstone, have been repeated several times. The diameter of a pebble at the lowermost horizon is larger than that at the upper horizon, and the form of the pebble at the lowermost horizon is angular or subangular, and sometimes bladed. These conglomeratic facies are deposited on the concave plane which was made by the erosion of the Kiyosumi Formation.

4) The Kurotaki unconformity seen at the Boranohana and the Kurogahana areas, has clearly been eroded at the sea-bottom by slumping or sliding.

5) From the field evidences, it is presumed that the channel was formed, and then

* 千葉大学理学部地学教室
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University
** K.K. 応用地質調査事務所 OYO Corporation, Tokyo

it was filled with the conglomeratic facies of the Formation.

6) The phenomena mentioned above are regarded as the earliest appearanceof the sediments in the late Pliocene-early Pleistocene Kazusa Group.

I. 緒 言

房総半島東部鵜原地域は黒滝不整合の観察できる最東端である。これまで黒滝不整合の形成機構については数多くの研究がなされたが，それらを大別するとこの不整合は海底侵食によるものとも陸上侵食によるものとも考えられてきた。それら諸説のうち房総団体研究グループ (1963) によれば，不整合面下における地層の欠如量の規模から，この不整合は陸上侵食をうけたと考えることが合理的であろうとされている。当鵜原(うばら)地域の吉尾(よしお)のボラノ鼻および黒ガ鼻にはこの不整合が良好に露出しており，ここではその不整合面上に厚さ約35m にわたり，巨大な亜角礫を含む特異な礫岩堆積物が存在する。この礫岩堆積物についてはこれまで簡単な記載がなされただけで，その堆積機構についてはほとんどふれていなかった。それ故筆者らはこの礫岩堆積物を中心にその下位層および上位層との層序関係を明らかにすると共に，この礫岩堆積物の特徴や産状などを明らかにしたいと考えた。それはこの礫岩の堆積機構およびこの礫岩の堆積当時の堆積環境などを知るうえに意義あるものと考えたからである。またそれはひいては房総半島中部に東西に長く分布する黒滝不整合そのものの形成機構をも知るうえで重要なことと考えたからである。このような目的をもって筆者らは1977年以来，鵜原地域の地質学的研究に従事した。本文では判明した諸事実やそれらに伴う若干の考察を記してみたいとおもう。

本研究を行うに当たり，つねに深いご注意をたまわった当教室の坂上澄夫博士ならびに名古屋大学理学部の吉田鎮男博士に対して，また種々貴重なご援助を与えて下さった当教室沢野　弘，小林博明，横川生朗，斉藤　敦，今宮　謙，鈴木祐一郎の諸氏をはじめ，東京都貫井中学校福田鉄雄，東建地質 K.K. 川畑憲之，K.K. パブリックエンジニアリング井上　朗，千葉県立湖北高校下平　聖，同県立市原緑高校森谷正孝の諸氏に対して心から感謝の意を表する次第である。

II. 研 究 史

当地域および当地域に近接する地域の地質に関する主な研究として植田 (1933)，沢田 (1939)，小池 (1951)，藤田・陶山 (1952・53)，房総研究グループ (1953)，小池・佐藤 (1955)，房総団体研究グループ (1964)，MITSUNASHI et al. (1976) などがある。これらのうち，小池・佐藤 (1955) は黒滝層は海底の堆積物であることを指摘し，MITSUNASHI et al. (1976) は太平洋岸鵜原地域の本礫岩が基盤の断裂，陥没に伴って堆積したものとの興味ある考察を述べている。

III. 地 質 概 観

当調査地域の限られた範囲内の鵜原地域には豊岡亜層群の清澄層と上総層群の黒滝層および勝浦層とが分布する。この地域の清澄層は岩相に基づき下位から下部部層，中部部層，上部部層に３分される。下部部層は厚さ１～２m の中粒～粗粒の凝灰質砂岩を主体とし，厚さ10～20cm の灰色凝灰質シルト岩を挟む。層厚７～80m。中部部層はさらに上部と下部とに分けられ，下部は各単層の厚さが数10cm の優勢な灰色シルト岩層と厚さ数10cm の茶黄色の凝灰質細粒砂岩層との互層からなり，層厚20～30m。本部層の上部は各単層の厚さが１～３m の凝灰質シルト質砂岩層と厚さ0.2～１m の灰色凝灰質シルト岩層との互層からなり，層厚60～70m。上部部層は主に各単層の厚さが１～２m の凝灰質シルト質砂岩からなり，層厚が５～10cm の灰色シルト岩を挟む。層厚約120m。

黒滝層はボラノ鼻および黒ガ鼻では明瞭に不整合関係をもって清澄層に重なる。そして本層は東はボラ

ノ鼻から北西方向に分布が延び，市道鵜原荒川線の峠に達し，その北西延長は養老川上流に達する。鵜原地域における本層の特徴は次項で詳述する。

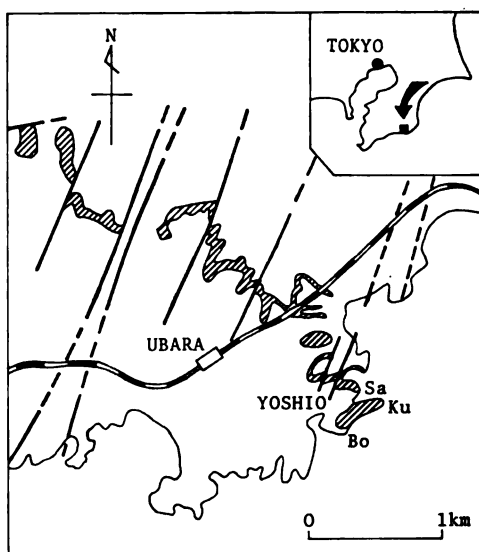
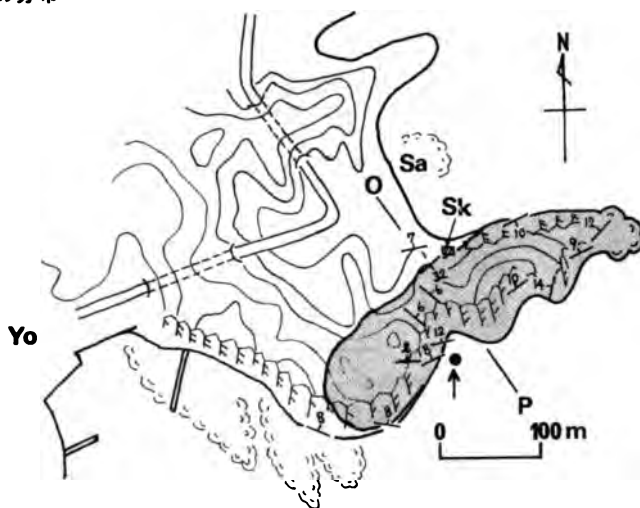
当地域および近接する地域の地質構造はいくつかのNNE～SSW断層やその他の断層が認められるが比較的に単調で，清澄層は走向がWNW～ESEで，傾斜はNNEに10°内外傾き，ゆるい同斜構造を示す。一方，黒滝層は下位の豊岡亜層群との境界付近では下位層と似かよった走向・傾斜を示すが，境界面から上位約15mの層準以上に発達するところでは走向はWSW-ENEで，傾斜は20° NNWを示すようになり，走向・傾斜が共にかなり変化する。また断層については落差約10m以上の断層が存在し，それらの多くはNNE～SSW方向のもので，それらは主として正断層で東側が落ちているが，その他東西性の断層も認められる。東西性の断層は北側が落ちている場合が多い。

Bo：ボラノ鼻
Ku：黒ガ鼻
Sa：砂子(さこ)の浦

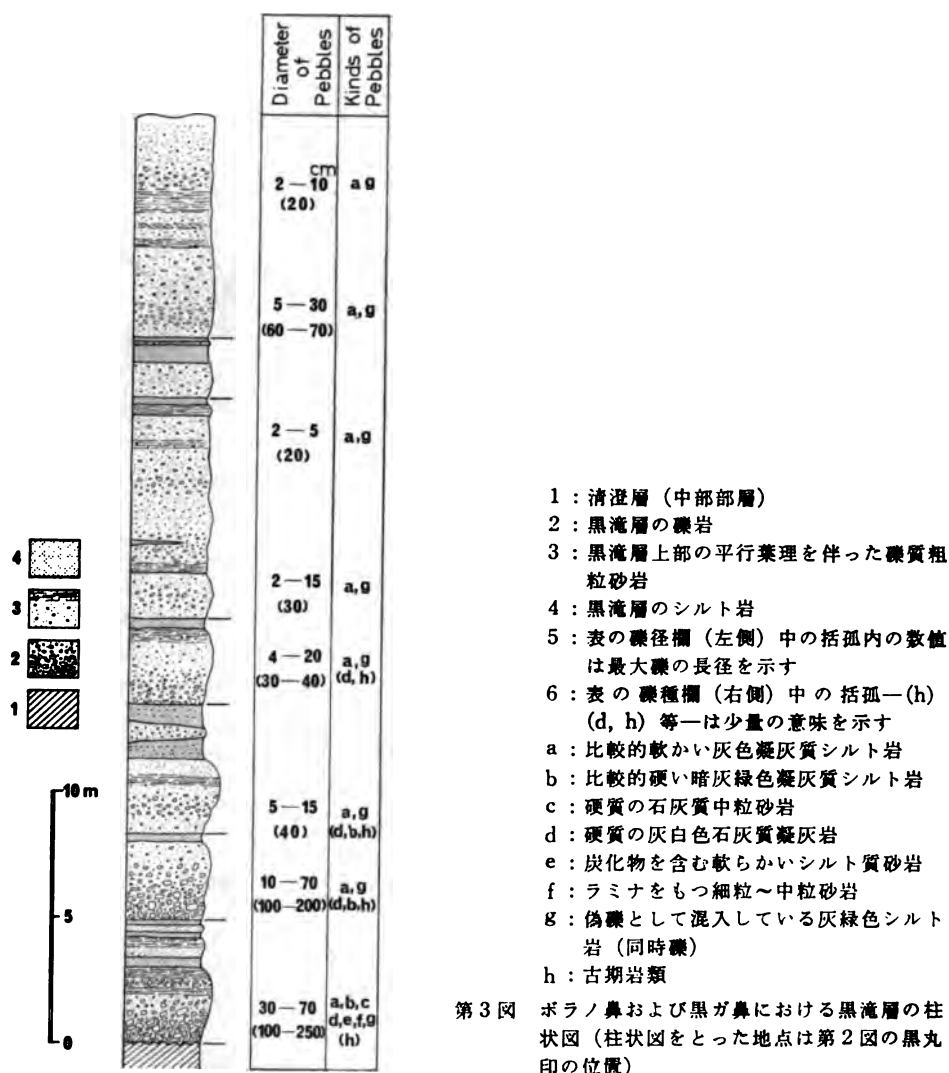
第1図　位置図（斜線部は黒滝層）

IV. 鵜原地域における黒滝層の分布

鵜原地域における黒滝層の分布は第1図に示してある。分布の最東端はボラノ鼻および黒ガ鼻にみられるもので，その北西方の分布地としてボラノ鼻からほぼ北約800mに位置する松部(まつべ)，さらにその北西の鵜原字石切の沢（鵜原駅の北北東約1km），合山(あいやま)の沢，市道鵜原荒川線の峠，夷隅(いすみ)川上流の中島へと延び，その北西への延長が前項でふれた養老川上流にあらわれる。

松部では下位の清澄層は塊状中粒～粗粒砂岩を主体として，これにシルト岩を挟み，上位の黒滝層はスコリア・軽石質の粗粒砂岩からなり，偽層がよく発達し，両層は不整合関係にあるとみられる。しかし，ここには巨礫は存在しない。石切の沢では清澄層は中粒～粗粒砂岩からなり，その上位の黒

O–P：模式断面（第5図）の位置
Sa：砂子の浦
Sk：砂子の浦観音
Yo：吉尾(よしお)
黒丸・矢印：柱状図をとった地点
記載してある走向・傾斜はボラノ鼻および黒ガ鼻の黒滝層と，近接する清澄層のみ

第2図　ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層
（その他地域の黒滝層の分布は省略してある）

1：清澄層（中部部層）
2：黒滝層の礫岩
3：黒滝層上部の平行葉理を伴った礫質粗粒砂岩
4：黒滝層のシルト岩
5：表の礫径欄（左側）中の括弧内の数値は最大礫の長径を示す
6：表の礫種欄（右側）中の括孤—(h)(d, h) 等—は少量の意味を示す
a：比較的軟かい灰色凝灰質シルト岩
b：比較的硬い暗灰緑色凝灰質シルト岩
c：硬質の石灰質中粒砂岩
d：硬質の灰白色石灰質凝灰岩
e：炭化物を含む軟らかいシルト質砂岩
f：ラミナをもつ細粒〜中粒砂岩
g：偽礫として混入している灰緑色シルト岩（同時礫）
h：古期岩類

第3図　ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層の柱状図（柱状図をとった地点は第2図の黒丸印の位置）

滝層はかなりシルト質となる。化石はみあたらない。合山の沢では下位の安野層の上位に不整合関係をもって黒滝層が重なり，岩相は粗粒砂岩または礫質砂岩を主体とし，巨礫は全くみられない。市道鵜原荒川線の峠の黒滝層は暗灰色凝灰質中粒〜礫質砂岩からなり，各単層はそれぞれスコリア，軽石を含み，不整合面直上にシルト岩やその他の硬質の小礫が存在するが，巨礫は全くみられない。上部に若干の貝化石が産する。

V.　ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層

(1) 黒滝層の特徴

当地域に分布する黒滝層は礫岩堆積物で，約35m の崖をつくって露出している。このような厚い礫岩相の存在は，房総半島における黒滝層の分布するすべての地域中，ボラノ鼻および黒ガ鼻地域以外ではどこにも全くみられないことである。ボラノ鼻および砂子の浦観音（黒ガ鼻の北側）の露頭では下位の清澄層を約30° の斜交角でけずりこんで，この礫岩相がけずりこんだ凹部分を埋めるように堆積している。そし

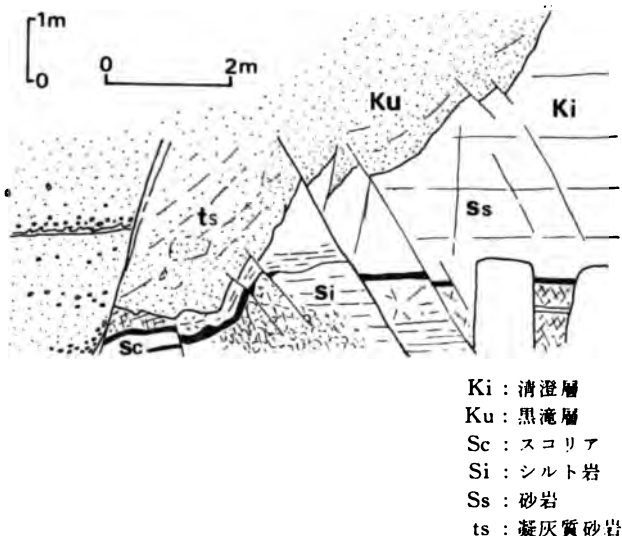
てこの礫岩相の堆積は北東～南西方向に分布している（第2図）。この堆積物は単層の厚さが約3m 前後の7～8枚の級化の悪い礫岩層から構成されている。

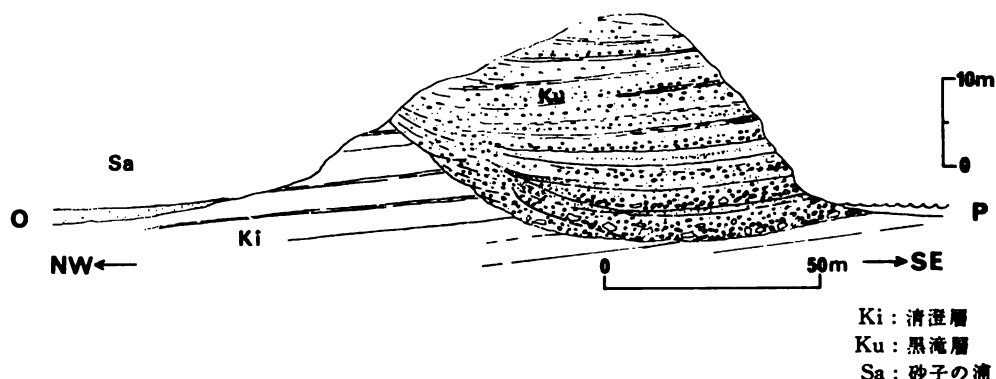
下部層準の特に3～4枚の礫岩層は不完全な級化成層を示している。つまり1枚の礫岩層において，下部は礫岩が雑然としている場合が多く，その上部は平行葉理のあるスコリア・軽石質の礫質砂岩あるいは粗粒砂岩に移化する。そしてこの1枚の礫岩層とその直上の層厚20～40cm の淡灰緑色凝灰質シルト岩層とが理想的には1サイクルを形成する（第3図）。ただしこれらの地層は層厚の横への変化が激しいため上述のことは場所により若干変化する。この礫岩堆積物は全体として下位のものほど礫径が大きく，また礫種に富んでいる。つまり下部層準の1～2枚の礫岩層は，礫径が一般には10～60cm，大きいものは1～2m のシルト岩，砂岩など数種類の礫から構成されており，これらの礫はスコリア・軽石質の礫質粗粒砂岩によって固結されている。

中部層準では，礫径は一般には5～20cm，最大でも約70cm になり，礫の混入する量も減少する。また礫種も清澄層のシルト岩層から由来したとおもわれる偽礫が主体となる。上部層準ではさらに礫径は小さくなり，シルト岩の偽礫を含んだスコリア・軽石質の礫質砂岩あるいは粗粒砂岩に変化する。

これらの礫岩堆積物は下位の清澄層をチャンネル状にけずりこんだ凹部に堆積している。すなわち礫岩堆積物と清澄層との境界はボラノ鼻と，その北東側の砂子の浦観音裏の露頭の2カ所で観察され，ボラノ鼻においてはこの堆積物は，下位の清澄層をチャンネルの側面とおもわれる部分において約25°の斜交角でけずりこんで堆積している。その侵食面直上付近の堆積物は級化の悪い径数10cm の礫を含む礫岩からなり，また下位の清澄層との境界は不明瞭な部分もある。そしてこの境界はチャンネルの底部とおもわれる部分へ続いており，底部においては鮮明になる。一方，砂子ノ浦観音の露頭においては，境界部から上位の黒滝層は特に1～2m の幅をもってスランプしており，ここでは清澄層からの物質が礫岩堆積物中に混り合った状態にある（第4図）。これは下位の清澄層と礫岩堆積物がチャンネルの側面からずり落ちたためとおもわれる。上述の各層準の岩相および侵食面の形態などを総合した模式断面図を第5図に示す。

当地域の礫岩堆積物中の礫種はa：比較的軟らかい灰色凝灰質シルト岩，b：比較的硬い暗灰緑色凝灰質シルト岩，c：硬質の石灰質中粒砂岩，d：硬質の灰白色石灰質凝灰岩，e：炭化物を含む軟らかいシルト質砂岩，f：ラミナをもった塊状中粒砂岩，g：偽礫として混入している灰緑色凝灰質シルト岩（これは同時礫とおもわれる），h：古期岩類などからなる。これらの礫の多くは，清澄層中のやや石灰質で比較的硬い部分（b, c, d）や侵食面直下の軟い部分（a, e, f など）がとりこまれたものとおもわれる。特に礫c, d は清澄層上部部層中に含まれるノジュール* と岩相，鉱物組成および組織が非常に類似している。また一部の礫は安野層から由来しているかもしれない。これらの礫の礫形は角礫，亜角礫あるいは板状礫を呈

Ki：清澄層
Ku：黒滝層
Sc：スコリア
Si：シルト岩
Ss：砂岩
ts：凝灰質砂岩

第4図　砂子の浦観音の露頭における清澄層と黒滝層との境界部分

* 市道鴨原荒川線の切割で，峠に近い附近によく露出している。

第5図 ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層の O-P（第2図）に一致する模式断面図

し，またちぎれた形状を示しているものも多い。この他の礫種としては僅少ではあるが古期岩類とおもわれるチャート，珪質砂岩，珪質粘板岩，安山岩などの小礫（径5～30mm）が含まれる。化石としては，二枚貝類および石灰藻の小片や磨耗されていないサメの歯などが僅かではあるが産出する。

(2) 堆積構造と堆積機構

ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層中には地層の尖滅および地層の乱れが多くみられ，層理面も波うっている。またところどころで礫岩層が下位のシルト岩層をけずっているのがみられる。砂岩層中には非常に多くの偽礫がとりこまれている層準がある。偏平な礫はしばしば下位層の凹凸に規制されつつインブリケート構造をなしている(写真2の2)。しかしその方向は各露頭ごとに変化し，規則性を観察することができなかった。また本層中には大きな斜層理がある。上述のような岩相およびボラノ鼻の南東岸や砂子ノ浦観音の北東岸でよく観察される堆積構造から判断して，この礫岩堆積物は下位層を侵食し，かつ，とりこみながら堆積した海底のチャンネル埋積物であるとおもわれる。

このチャンネル埋積物はその岩相ならびに堆積構造において，WALKER (1967 a) によって命名されたProximal turbidite あるいは RICCI-LUCCHI (1975) によって分類された facies A あるいはFの turbidite にかなり類似している。しかしながら構成物質において若干異なる点があり，また特に上述のものとは産状や堆積環境を異にするなど異なる点も多い。

これらの堆積物の堆積機構に関しては DZULINSKY et al.(1959)は turbidite と submarine slumping あるいは sliding との中間的性質を想定しており，また WALKER は供給源に近い地域の部分的な堆積相と考えている。また RICCI-LUCCHI は sand debris flow や hign density turbulent flow(A)あるいは Slumping や submarine sliding や blobk fall (F) などを想定している。当地域のチャンネル埋積物の堆積機構に関して筆者らも上述のものと似たようなものを推測している。すなわち，これらの堆積物は数度にわたる submarine slumping あるいは sliding によって運ばれたものであり，また礫の性質，特に大きさや形などから判断して，供給源に近い堆積物であろうと考えられる。

このチャンネル埋積物の流出した方向については，それを示す顕著な堆積構造がみられなかったため断定はできない。しかし，チャンネルの延びの方向と当時の地史，すなわち嶺岡帯の隆起とその北東部の急激な沈降，および清澄層，勝浦層にみられるスランプ構造の方向などから判断して，おそらく南西から北東方向へ流出したものとおもわれる。

VI. 房総半島東部における黒滝不整合の形成機構

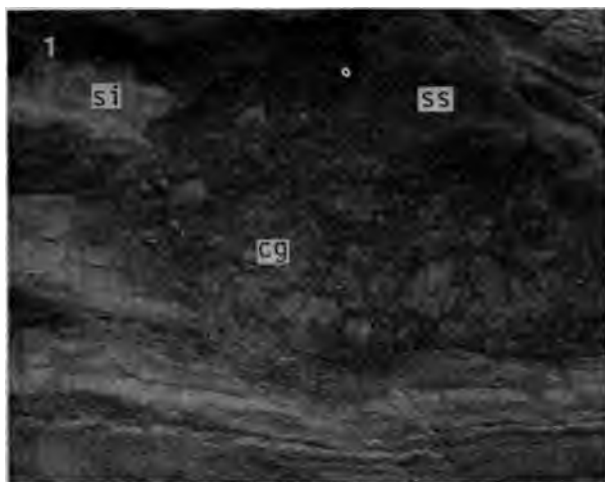
黒滝不整合によってあらわされる侵食状況は地域によりさまざまである。すなわち当調査地域において，鵜原駅以西では豊岡亜層群の地層の欠如はより小さく，以東ではより大きくなる。すなわち北西ー南東約

1：上部礫岩層

2：中部礫岩層

3：下部礫岩層（スケール：1 m）

写真 1　ボラノ鼻および黒ガ鼻の黒滝層の堆積状況（その1）

1：黒滝層中の堆積状況（cg：礫岩，si：シルト岩，ss：凝灰質粗粒砂岩）

2：黒滝層基底部の礫の配列状況（Ki：清澄層，Ku：黒滝層，p：礫）

3：黒滝層中の堆積サイクル（Ki：清澄層，Ku：黒滝層）

写真 2 ボラノ鼻および黒ガ鼻の黒滝層の堆積状況（その2）

1.2km の間で厚さ約130m の欠如がみられる。当調査地域では豊岡亜層群と黒滝層との境界は，ボラノ鼻から市道鵜原荒川線にかけて数カ所でその境界が観察された。ボラノ鼻および黒ガ鼻の露頭については前項で述べたとおりである。ボラノ鼻のほぼ北約800m の松部の露頭においては，下位の清澄層と上位の黒滝層との関係は不整合と考えられる。ここでは上位の黒滝層は粗粒のスコリア・軽石質砂岩からなり，また地層の乱れが激しい。市道鵜原荒川線の露頭においてはIV項で述べたように下位の安野層とその上位の黒滝層との境界面直上にはシルト岩やその他の硬質の小礫を少量含み，両層は不整合関係にある。

当地域における各地点での清澄層と黒滝層との関係，特に清澄層のけずられた形状，および清澄層に重なる黒滝層の岩相をみると，ボラノ鼻および黒ガ鼻における豊岡亜層群は海底の slumping あるいは sliding によって侵食を受けたものとおもわれ，そして，チャンネルの生成と同時にそのチャンネルを埋める粗粒堆積物が形成されたものであろうと考えられる。そしてこの現象は関亜層群を生成した基盤運動の最も初期的な，堆積盆中の堆積層への現われであったと考えられる。つまりいいかえれば，勝浦層の堆積によって指示されるように勝浦付近からその北東部にかけて急激な沈降が起こって*，鵜原付近には海面下に北東傾斜の斜面が形成され，そしてその斜面上に沈降部に向かうチャンネルがボラノ鼻に形成されたものであろうと推定される。これは勝浦層ひいては上総層群を形成した堆積海盆の初期に，ある限られた局部的地域に起こった一現象であったのではないかとおもわれる。

VII. 結　言

当地域の黒滝層ならびにその形成機構に関してまだ不明な事項も多いが，現在明らかとなった諸事実とそれに伴う若干の考察とをあげて結言とする。

1) ボラノ鼻および黒ガ鼻における黒滝層中の厚い含巨礫堆積物は房総半島にみられる本層の分布する全域中，この地域のみに限られてみられるもので，当地域の堆積物は特殊なものである。

2) 当地域の本層の厚さは約35m で，構成礫種は雑多であるが，その多くは下位の清澄層から，また一部は古期地層群から由来しているが，ごく一部は安野層から由来したものがあるかもしれない。

3) 当地域の礫岩相は NE-SW 方向の延びの方向をもって分布しており，礫岩，粗粒砂岩，細粒砂岩が堆積輪廻を数回繰り返して，下位層準の礫岩ほど直径が大きく，礫の形状は角礫，亜角礫あるいは板状礫を呈し，この礫岩相が下位の清澄層をけずり込んだ凹部に堆積している。

4) ボラノ鼻および黒ガ鼻地域の黒滝不整合は明瞭に海底侵食を受けているであろう。そしてその侵食機構は海底の slumping あるいは sliding によるとおもわれる。その結果チャンネルと，そのチャンネルを埋める粗粒堆積物の黒滝層が形成されたものと推定される。

5) この現象は関亜層群を生成した基盤運動の最も初期的な，堆積盆中の堆積層への，すなわち上総層群への海進初期の現われであったと考えられる。

主要参考文献

房総団体研究グループ (1964)：黒滝不整合における削剥量とその意義．地質雑，**70**(821)，88-99.

房総研究グループ (1953)：黒滝問題について (1)．地球科学．**15**，3-11.

BOUMA, A. H. (1962)：*Sedimentology of some flysch deposits*；*A graphic approach to facies interpretation*. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 168 p.

DZULYNSKY, S., KSIAZKIEWICZ, M. and KUENEN Ph. H. (1959)：Turbidites in flysch of Polish Carpathian Mountains. *Bull. Geol. Soc. America*, **70**, 1089-1118.

藤田至則・陶山国男 (1952・53)：小櫃川，養老川上流地域の中部鮮新統の堆積機構（その1，その2）．地質雑，**58**(687)，553-561；**59**(688)，25-31.

GWINN, V. E. (1964)：Deduction of flow regime from bedding character in conglomerates

* 筆者らおよび菅谷政司（1978：修士論文）の検討によると当地区の堆積は底棲有孔虫化石群集の資料から半深海性ないし深海性の環境のもとに形成されたと考えられる。

and sandstones. *Jour. Sed. Petrol.*, **34**(3), 656-658.
池辺展生 (1947)：武蔵野系について. 地質雑, **53**(622-627), 91-92.
川辺鉄哉・福田鉄雄・川畑意之・前田四郎 (1979)：房総半島中部湊川・小櫃川流域の新生代後期黒滝層について. 地学雑誌, 88(5), 1-15.
小池　清 (1951)：いわゆる黒滝不整合について. 地質雑, **57**(667), 143-156.
——(1953)：黒滝不整合こんごの問題. 地質雑, **59**(688), 33-34.
——(1955)：いわゆる層間異常の地史的意義について. 地質雑, **61**(723), 566-582.
——(1957)：南関東の地質構造発達史（遺稿）. 地球科学, **34**, 1-17.
——・佐藤任弘 (1955)：地質学のたちばからみた海底谷（予報）. 堆積学研究, 8, 3-6.
小松直幹 (1958)：砂岩がち互層の堆積する条件について. 堆積学研究, 18, 1-3.
三梨　昂・他 (1961)：日本油田・ガス田図4, 富津―大多喜（5万分の1）. 地質調査所.
——・他 (1976)：東京湾とその周辺地域の地質（10万分の1）. 地質調査所.
MITSUNASHI, T. et al. (1976)：Guide Book for Excursion 2, "Boso Peninsula". First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy. Tokyo, Japan. 58-59.
新妻信明 (1976)：房総半島における古地磁気層位学. 地質雑, **82**(3), 163-181.
REINECK, H. E. and SINGH, I. B. (1973)：*Depositional Sedimentary Environments.* Springer-Verlag, Berlin・New York.
RICCI-LUCCHI, Franco (1975)：Depositional cycles in two turbidite formations of Northern Apennines (Italy). *Jour. Sed. Petrol.*, **45**(1), 3-43.
沢田秀穂 (1939)：千葉県夷隅郡勝浦町, 興津町, 上野村, 安房小湊町, 天津町の地質. 地質雑, **46**(551), 445-450.
SELLEY, R. C. (1976)：*An Introduction to Sedimentology.* Academic Press, London, 408 p.
菅谷政司 (1978)：上総層群勝浦層の堆積環境について. 千葉大学理学部修論 (MS).
WALKER, R. G. (1967 a)：Turbidite sedimentary structures and their Relationship to Proximal and Distal depositional environments. *Jour. Sed. Petrol.*, **37**(1), 25-43.
——(1967 b)：Upper flow regime bed forms in turbidites of the Hatch Formation, Devonian of New York state. *Jour. Sed. Petrol.*, **37**(4), 1052-1058.
——(1975)：Generalized Facies Models for Resedimented Conglomerates of turbidite Association. *Geol. Soc. America Bull.*, **86**, 737-748.
植田房雄 (1930)：房総半島北部の地質（摘要）. 地質雑, **37**(441), 250-253.
——(1933)：房総・三浦両半島に発達する新生代地層の層序. 地質雑, **40**(483), 799-801.

(1980年2月15日受理)

地学雑誌 89, 4 (1980)

1965～79年の本邦火山活動と観測・研究の発展

諏訪　彰

Activities of Japanese Volcanoes and the Development of the Observation and Research of Them during the Period from 1965 to 1979

Akira SUWA

I はじめに

地学雑誌74巻4号（1965）の拙稿の序にも述べた如く，戦後，特に地学雑誌復刊の1948年頃から1964年までの本邦諸火山の活動状況は，それまでの諸号を通覧すれば，ほぼもれなく把握できるであろう。筆者による報文だけでも17篇を算した。しかし，その後の本邦火山活動については，筆者は報告を怠りがちで，口絵として青ケ島（75巻1号，1966），桜島（81巻2号，1972），浅間山（82巻3号，1973）の写真をのせたり，日本火山学会誌「火山」第2集10周年特集号の書評ないし紹介（75巻6号）を執筆したりしただけである。この間に，森本良平・小坂丈予氏等による小笠原硫黄島（77巻5号，1968），両氏による1970年の明神礁（79巻6号，1970），下村彦一氏による桜島（81巻2号，1972），小坂丈予氏による小笠原西之島（83巻2号，1974）についての優れた調査・研究報告がのせられ，それらの火山の写真が各号の口絵として紹介されたうえに，今田　正氏による1974年の鳥海山噴火の写真も口絵にされた（83巻4号，1974）。とはいえ，これらの報文や口絵だけでは，最近15年余の間の全国諸火山の活動を把握することはできない。それで，この際，1965～79年の本邦火山活動状況を概括的に報告する。また，この間に，火山学，特に火山活動の観測・研究は目覚ましく進歩し，かつ，1965年から気象庁が業務化した『火山情報』の発表も，国民生活に定着してきており，全国的に『寝耳に水』の噴火は激減した。さらに，1974年には関係諸機関による『火山噴火予知計画』が発足し，『火山噴火予知連絡会』も創設された。本稿では，これらのことについても概要を報告する。

ちなみに，本稿を含めて，地学雑誌に連載してきた本邦火山活動状況は，おもに，筆者が1945年末から本1980年春まで所属してきた気象庁の観測結果によるが，時には，他の学者や一般の方々によって観測されたものをも，出所を明記して，とり入れてきた。なお，気象庁による諸火山の観測資料の詳細は，英文火山報告 The Volcanological Bulletin of the Japan Meteorological Agency（季刊）として刊行されている。ただ，この種の報文のとりまとめ方は編者の裁量によるところが多いので，本稿の文責はすべて筆者にある。

II 日本の活火山と1965～79年の活動

この期間における日本の諸火山の活動状況は，ほぼ，第1表に示すとおりで，噴火したと認められるのは23火山であり（南千島2火山を含み，火山列島の南方で領海外の3海底火山は含まない），年に4～10火山（平均6.3火山），南千島を除けば，年に4～9火山（平均5.9火山）の噴火が報じられた。なお，第2次世界大戦が終わった1945

年以降，1979年までの35年間に噴火が報じられたのは全国で32火山（南千島４火山を含む）で，さらに，有史以後ということになると，全国で65火山（南千島９火山を含む）の噴火が記録されている。また，戦後，社会状態も漸く落ち着き始め，火山活動の監視も次第にゆきとどくようになり始めた1950年以降，1964年までの15年間についてみると，年に５～９火山（平均6.7火山），南千島を除いても，年に５～９火山（平均6.7火山）の噴火が報じられた。近年，しきりに噴火などが報道され，全国的に火山活動が特に活発化しているかの如く受けとられがちであるが，上述のような統計からみても，そのような傾向は認められず，さらに噴火の質や規模の点を含めても，同じことが言える。つまり，日本の火山活動が活発化しているかの如き印象を世人に与えがちなのは，おもにマスコミの発達と火山地域の開発の進展によると言えよう。

ところで，有史以来，噴火の記録が全く残されていなかった木曽御岳山の1979年10月28日の噴火は，『死火山大爆発』などといった衝撃的な見出しで報道した新聞が多かった。しかし，このようなことは，日本でも，海外でも，そう珍しいことではない。1973年５月30日に海底噴火が発見され，９月11日に新火山島の誕生が確認され，後にその新島が本島と接続した，火山列島西之島火山の活動も，この類であった。幸い，この死火山大爆発は，災害ではなく，国土の自然増をもたらした。すなわち，その新陸地の面積は，翌1974年８月には，既存の西之島（約$7.7\times10^4m^2$）のほぼ３倍の$2.38\times10^5m^2$となり，標高は約50mになった（海上保安庁水路部，1974）。

さらに追い打ちをかけてきたのが，1975年以降，海底噴火によるらしい海面異常がしきりに見られるようになった，火山列島南硫黄島とマリアナ諸島ウラカス島の中間にある南日吉海山（通称，日吉沖の場）・福神海山（通称，福神岡の場）の両海底火山と，それらの中間に位置し，1979年に同様な海面異常が初めて認められた日光海山（通称，日光場）とである。これらの浅瀬は，公海内にあるが，万一，新島ができたら，先につばをつけた方が勝ということで，『200海里経済水域』問題もからんで，日・米・ソなどが船舶や航空機で競ってこれらの海底火山の動きを監視し，マスコミも盛んにそれを報道したが，専門的見地からは，新島誕生の可能性はまずない。なお，これらの海山名は，1977年６月，海上保安庁水路部によって決定されたものであり，括弧内の通称は古来の漁礁名である（同年発行の火山噴火予知連絡会会報10号参照）。それはとにかく，西之島やこれらの３海山は，従来，内外で発行された各種の火山分布図では，活火山としてはもとより，火山の存在すら無視されていたのである。

火山は，従来，よく，その活動状態によって，便宜的に，活・休・死火山の３種に分類されたが，この分類法は，本質的に矛盾が多すぎ，弊害も少なくない。例えば，上述の５火山のように，『死火山大爆発』などといったことがしばしば発生し，油断していた人びとに惨害を与えやすい。要するに，日本のような島弧型の大型成層火山の寿命は数万年ないし数十万年が普通であり，また，世界最大級のハワイの盾状火山などは100万年も成長を続け，さらに，山体の成長はとまり，侵食が次第に卓越してきてからも起きる小噴火まで含めれば，火山の寿命は，実に，300～500万年にも達すると考えられる。こうした火山の寿命からみれば，人間の『歴史時代』などは一瞬にすぎないので，噴火記録の有無などできめる，この活・休・死火山の分類にこだわるのはよくない。

このようなわけで，近年，学界では，『活火山』の定義を改めると共に，休火山・死火山の用語はほとんど使わなくなった。この活火山は，科学的見地から活動的と認められる火山の意で，従来の分類による活・休火山の全部と一部の死火山も含まれる。つまり，広義の活火山には，噴火記録のある火山はもとより，噴火記録はなくても，歴史時代の長さ程度のあまり遠くない過去に噴火したことが科学的に立証されたり，また，現に噴気・地熱地域があり，時には噴気活発化・地震群発・鳴動などの火山性異常現象が起きたりする火山である。換言すれば，今後とも，噴火したり，噴火に発展しそうな火山性異常現象が起きたりする可能性のある火山である。活火山をこのように定義する方が，従来のものよりも，より合理的のよう

に考えられる。

それでも，実は，まだ問題は残されている。先ず，具体的に，ある火山をこの定義の活火山と認定するか否かについて，学者間に多少の異論がある場合もあろう。また，複数の峰が群集している場合に，それらを幾つの火山にまとめるか，ということでも，学者たちの見解は必ずしも一致しない。従って，例えば，日本や世界の活火山数なども，学者によって，多少相違している。

筆者は，第1図に示したように，日本の活火山として77山をあげている（既述の南日吉海山・日光海山・福神海山は，領海外のため除外）。問題の南千島（北方領土）を除いても，67の活火山がある。筆者が最近まで所属してきた気象庁の各種の出版物はもとより，東京大学東京天文台編集，丸善株式会社発行の理科年表も，1961年版から，火山の項は筆者がずっと担当してきたので（1979年版参照），筆者流に67活火山になっている。しかし，例えば，国際火山学地球内部化学協会（IAVCEI）と日本火山学会が1971年に共同刊行した『世界活火山リスト（List of the World Active Volcanoes）』（暫定版）にある該地域の活火山は68山である。65山は両者に載録されているが，摩周・西之島の2山は理科年表にだけ，イワオヌプリ，クッタラ・登別，池田湖カルデラは『世界活火山リスト（暫定版）』にだけ，それぞれのせられている。従って，「日本の活火山は約80で，南千島を除いても，約70」と表現するのが，最も妥当なのかも知れない。

ちなみに，この『世界活火山リスト（暫定版）』や，引き続いて，IAVCEIが刊行した『世界火山地図（World Volcanological Map）』に集録された世界の活火山総数は829である。しかし，この活火山総数は，日本付近だけをとってみても，4（西之島・南日吉海山・日光海山・福神海山）を追加しなければならない。既述のような諸事情を考慮すると，「世界の活火山総数は約850」と言うのが適切であろう。そして，Smithsonian Institution 発行の SEAN (Scientific Event Alert Network) Bulletin や，IAVCEIと日本火山学会の共同発行の『Bulltin of Volcanic Eruptions（英文世界火山噴火報告）』によって，毎年，それらの中のどれか40～60火山ほどの噴火が報じられている。

III　近年の諸噴火の特徴と問題点

とにかく，日本では，平均，年間，全活火山の1割近くが噴火してきたが，1965～79年の15年間の死者の総数は4火山5件17名であった。そのうち，新潟焼山での1974年7月28日の死者3名と，阿蘇山での1979年9月6日の死者3名の計6名は，活動火口付近に居合わせた登山観光客が爆発の噴石に打たれたものであるが，桜島での1974年6月17日の死者3名と8月8日の死者5名と，有珠山での1978年10月24日の死者3名の計11名は，豪雨による2次的な火山泥流（土石流・鉄砲水）である。なお，桜島では，1946年の大噴火中にも，同種の火山泥流で死者1名を出した。また，敗戦の1945年から1979年までの35年間を通じれば，噴火による死者の総数は8火山15件87名であるが，山ろくでの遭難は，上述の桜島・有珠両火山での4件12名に限られたことからみて，火山泥流がとりわけ危険な火山現象であることが痛感される。

1965～79年に，毎年，爆発を繰り返したのは，鹿児島県の諏訪之瀬島と桜島であるが，前者の噴火はストロンボリ式である上に，過疎地で登山観光客も乏しい所なので，実害はほとんど出さずに済んだ。しかし，桜島では，多少の消長を繰り返しながらも，1955年10月からの噴火が続き，明白な爆発だけでも，第2表のように，累計3,173回を算し，火山砕屑物や火山ガスでしばしば災害を生じた。特異な被害として，噴煙内を飛行した定期航空機のフロント・ガラスが火山れきでひび割れる事故が1975年4月に起き，1979年には6回も続発し，11月18日には2件も発生したので，1980年1月，鹿児島空港の離着陸コースが変更された。同県の口永良部島新岳もしばしば水蒸気爆発を繰り返し，皮切りの1966年11月22日には，噴石で傷者3名をだした。

九州では，阿蘇山の中岳もよく噴火したが，既述の1979年9月6日の大雨で火口がふさげられて発生したらしい水蒸気爆発では，21年ぶりに犠牲者（死者3，傷者11）をだした。阿蘇山測候所に

第1表　1965～79年の本邦火山活動

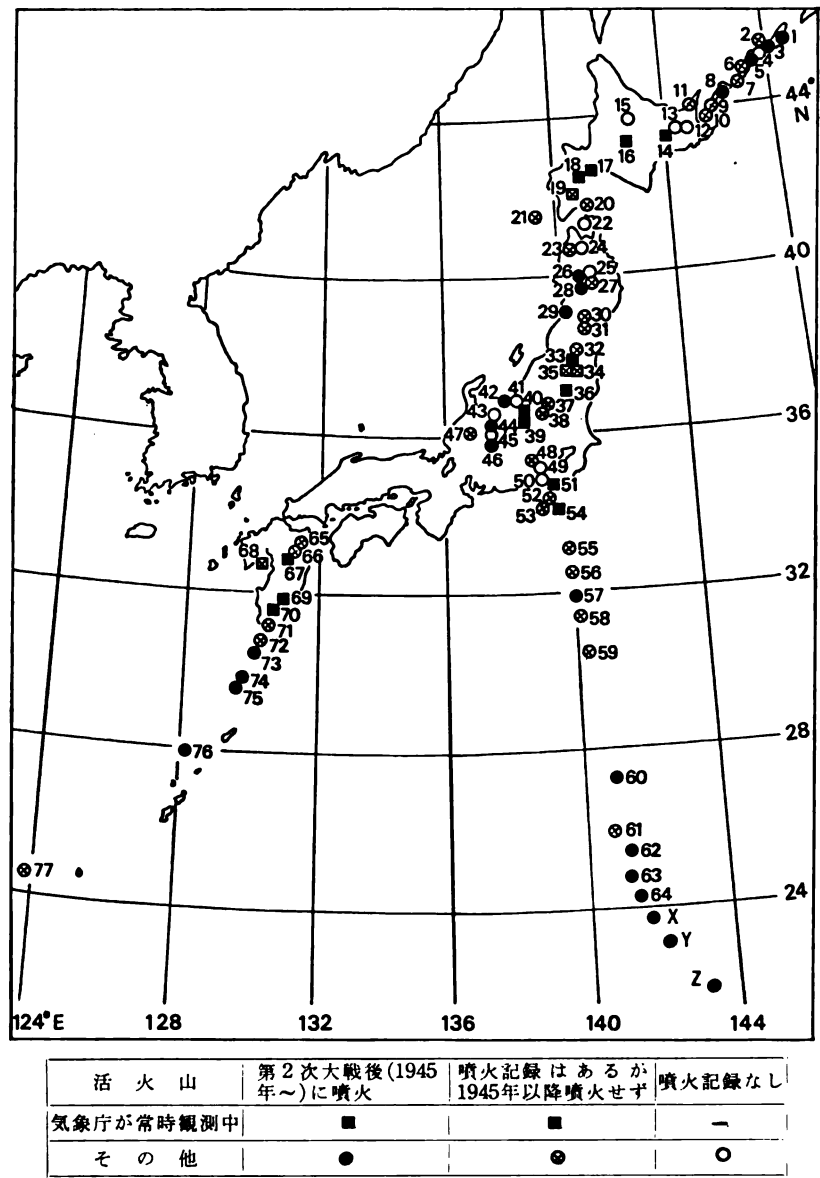
地方	No.	級	火山名	海抜	65					70					75				
南千島	5	C	焼山(イワングロツニ)	1158									○						
	8	C	爺爺岳(チャチャ)	1822									○	○	○			○	
北海道地方	13	C	アトサヌプリ	574	△														
	14	Ⓑ	雌阿寒岳	1499	○	○	△						△		△	△			△
	16	Ⓑ	十勝岳	2077				△	△					△					
	17	Ⓑ	樽前山	1042								△			△	△	△	○	○
	18	Ⓑ	有珠山	727													●	●	△
東北地方	22	C	恐山	879				△											
	23	B	岩木山	1625				△		△		△	△	△			△	△	
	25	C	八幡平	1614									△						
	27	B	岩手山	2041		△						△							△
	28	C	秋田駒ケ岳	1637						○	○	△			△	△			
	29	C	鳥海山	2237										○					
	32	B	蔵王山	1841		△	△				△	△							
	33	Ⓑ	吾妻山	1975		△		△				△					○	△	
関東・中部地方	36	Ⓑ	那須岳	1917			△							△		△	△		
	39	Ⓐ	浅間山	2560	○		△						○	△			△	△	
	40	Ⓑ	草津白根山	2176										△		○	△		
	42	C	新潟焼山	2400										●					
	44	B	焼岳	2455				△	△										
	46	C	御岳山	3063												△		△	●
	49	C	箱根山	1438		△	△					△	△						
伊豆諸島・火山列島	51	Ⓐ	伊豆大島	758	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○		△	△	△	
	52	C	新島	429		△	△	△											
	53	C	神津島	574	△	△	△	△											
	54	Ⓑ	三宅島	814												△			
	57	C	ベヨネーズ列岩	10						○	△								△
	59	C	伊豆鳥島	403	△(気象観測所廃止)														
	60	C	西之島	35									○	○					
	63	C	硫黄島	167			○	△	○					△	△	△	△	○	△
	64	C	南硫黄島(福徳岡の場)	907			△	△					○	○	○	△	○	○	○
九州地方	65	C	鶴見岳	1374										△	△				
	67	Ⓐ	阿蘇山	1592	●	○	○	○	△	△	○	○	○	●	○	○	○	○	●
	68	Ⓑ	雲仙岳	1360		△		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
	69	Ⓑ	霧島山	1700		△		△	△		○		△	△	△	△	△	△	○
	70	Ⓐ	桜島	1118	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
	71	C	開聞岳	924			△	△											
	73	C	口永良部島	649		●	△	○	○			○	○	○		○			
	75	C	諏訪之瀬島	799	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	76	C	沖縄鳥島	217			○	○											
領海外	X		南日吉海山	—											○		○	○	
	Y		日光海山	—															○
	Z		福神海山	—											○	○	○	○	○

●　相当の被害を伴った噴火　　○　被害僅少の噴火

△　火山性異常現象(地震群発・噴気活発化など)

Ⓐ, Ⓑ　気象庁が常時火山観測を実施中

(諏訪彰調べ)

活　火　山	第2次大戦後(1945年～)に噴火	噴火記録はあるが1945年以降噴火せず	噴火記録なし
気象庁が常時観測中	■	⊠	ー
そ　の　他	●	⊗	○

第1図　日本の活火山分布図　　（諏訪　彰調べ）

よれば，この爆発の噴出物は約30万トンと推定されるが，遭難現場は中岳第1火口の中心からわずか約900mのロープウェイ火口東駅付近であった。阿蘇山測候所はかねて「臨時火山情報」を発表し，厳重な警戒を呼びかけてあり，地元の3町村長をはじめとする関係行政機関の長からなる阿蘇山防災会議協議会も，中岳第1火口の中心から1km以内への立入り禁止措置を行っていた。しかし，上記の火口東駅は，当然，その立入り禁止区域内になるはずであるのに，該協議会作製の規制区域図上では，規制区域外に書かれていたため，このような惨事を招いた。この阿蘇山爆発災害は，火山地域における危険防止と観光開発のややこしい兼ね合いという，古くて新しい問題を改めて提起

第2表　桜島火山爆発回数
（鹿児島地方気象台による）

西暦年	爆発回数	西暦年	爆発回数
1955	6	1968	37
56	112	69	22
57	57	70	19
58	83	71	10
59	109	72	108
60	414	73	144
61	196	74	362
62	89	75	199
63	136	76	176
64	88	77	223
65	29	78	261
66	44	79	149
67	127	累計	3173

（注）爆発とは，噴石，爆発音，体感空振のいずれかを伴うものを原則とし，鹿児島地方気象台（火口から10km）の微気圧計に爆発による空振を記録したものを加えるが，必然的に，爆発地震を伴うものである。

した。阿蘇山では，これを契機に立入り規制ラインの拡大など，防災策が強化されたが，「のど元過ぎれば熱さ忘れる」であってはならない。

38年ぶりの1970年9月18日～翌71年1月26日の秋田駒ケ岳の噴火では，同火山として，有史以後，初めて新溶岩（複輝石安山岩）の噴出が認められ，中央火口丘・女岳で数万回におよぶストロンボリ式爆発と小規模な溶岩流出活動が見られ，火山噴出物総量は$1.7\times10^6m^3$，4.0×10^6トンと見積もられた。なお，この噴火の前兆現象として，女岳頂部での噴気地熱地域の新生，高山植物の枯死が，1970年8月30日に地元民によって発見され，盛岡地方気象台などに報告された。この噴火は，火山活動の監視に一般の人々の協力が必要でかつ有効であることを実証した。また，地学雑誌82巻1号（1973）にも佐藤　正氏が紹介しているように，日本火山学会誌「火山」2集16巻2-3号（1971）はこの噴火の特集号であり，一つの噴火について，多角的に科学のメスを入れた，総合的な調査・研究報告書の走りとなった。

この期間には，浅間山は，日本の代表的活火山にしては，概して活動が低調であったが，11年余ぶりの1973年2月1日～5月24日の噴火では，爆発が反復されたほか，小規模ながら，火砕流の発生が3回認められ，また，火山性地震の消長に加えて，火映現象の発現が火山活動監視の有効な手掛りとなっていた。1973年以降の南千島の国後島のチャチャ岳の噴火は161年ぶり，択捉島のイワングロツニ山（焼山）の噴火は有史以来最初の噴火であったが，北方領土問題ともからんで，人々に注目された。1974年3月1日～5月8日の鳥海山の噴火は153年ぶり，同年7月28日の新潟焼山の噴火は12年ぶりであり，ともに火山泥流の発生が警戒され，確かに発生したが，それによる実害はあまり認められなかった。新潟焼山での死者3名は山頂付近でキャンプ中の千葉大生であった。なお，鳥海山の噴火は定期航空機によって発見され，新潟焼山では，同年5月初旬から，噴気活動の活発化が地元民によって確認・通報されていた。

有珠山は，1977年8月7日朝，山頂火口原内で大爆発し，噴煙は12,000mの高空に達した。同火山としては，昭和新山の噴火以来，32年ぶりの噴火であった。その後，14日までに大小16回も爆発が繰り返された。これらの爆発で出された石英安山岩質の軽石や火山灰は，北海道大学勝井義雄氏によれば，総量$8.3\times10^7m^3$と概算され，付近一帯の農作物などに大被害を与え，降灰は北海道の大半におよんだ。しかし，噴火が始まる約30時間前から有感・無感の火山性地震が続発し，室蘭地方気象台が4回も臨時火山情報を出して実況を発表し，人びとに注意を促していたためもあり，死傷者は全く出さずにすんだ。

その後も，地下のマグマの上昇を示さする如く，地震は続発し，火口原も隆起し続け，また，同年11月16日を皮切りに水蒸気爆発ないしマグマ水蒸気爆発が反復されたが，噴火は翌1978年10月27日の小爆発をもって停止した。しかし，地震や地殻変動は1979年末にもまだ収まらなかった。北海道大学横山　泉氏によれば，既存の大有珠・小有珠の両円頂丘の間に生じた新山（潜在円頂丘）は，噴火開始後17カ月の1978年末までに約150mも

隆起し，翌79年末までにさらに約17m隆起した。逆に，大有珠・小有珠などは崩壊・沈降し，また，北～東側の外輪山のせり出しにより，特に北ふもとに惨害を生じた。なお，1978年9～10月には降雨泥流が4回も発生して被害を出し，その最後の10月24日に3名の生命が奪われたことは，既述の通りである。

地震・火山活動に対する社会の関心が急速に高まりつつある折柄，この噴火は規模も被害も大きかったので，活動推移が大いに注目され，地学のあらゆる角度からメスが入れられただけでなく，災害の実態を探り，その防止軽減をはかるため，農学・林学・工学・医学・社会心理学など，実に多彩な調査・研究が行なわれた。特に，後で詳述する火山噴火予知連絡会は，早速，現地に，気象庁・北海道大学を始めとする関係諸調査研究機関からなる「有珠山総合観測班」を設け，総合的に観測・調査を進めると共に，関係の行政機関・報道機関などにその成果や火山活動についての統一見解などを組織的に伝える体制をとった。つまり，この噴火は，該連絡会が現地で噴火活動と本格的に取り組んだこう矢であった。なお，この噴火については，北海道大学・気象庁その他の関係者によって多彩な調査・研究報告が出されているが，火山活動の概観には，火山噴火予知連絡会会報11号（1978）以降の各号や気象庁技術報告99号（1980）がよい。

木曾御岳山の噴火は，1979年10月28日朝発見され，終日，断続的に黒灰色の噴煙を1,000～2,000mの高さに上げ，群馬県前橋市などまで降灰した。火山噴出物は20～30万トンと見積もられ，ふもとのニジマスや野菜などに軽微な被害をだした。この噴火にも，諸調査研究機関が多角的にメスを入れた。火山砕屑物には新溶岩片は見られないが，東京工大小坂丈予氏・富山大学小林武彦氏らは，火山灰や火山ガスの分析結果から，噴出時の温度はかなり高く，根のやや深い水蒸気爆発だったのではないかとみている。

噴火ではないが，1965年11月の火山性地震群発による伊豆鳥島の気象観測所閉鎖事件は誠に衝撃的であった。同島では，同月1～2日に有感地震が数回あったが，さらに13日払暁から火山性の地震（震度Vを2回含む）や微動が再び群発し始め，同観測所員等50余名は恐怖のどん底につき落された。海食崖が発達した絶海の小火山島で，ふだんでも，島からの脱出はゴムボートによるしかなく，また，1902年の噴火では島民125名全滅，1939年の噴火では海軍気象観測所全員撤退という前歴があるので，それも無理もないことだった。やはり，地震群発の神津島火山を実施調査中だった気象庁の火山調査官の筆者は，長官からの指令で，13日夜半，海上保安庁の巡視船「のじま」で大しけの海を鳥島へ急行した。15日早暁に同島に上陸した筆者は，地震計による観測や噴気・地熱地帯の現地観測結果と，所員たちの身心の疲労状態などを総合的に検討し，かつ，全員の意志統一をはかった上で，同夜9時，気象庁（東京）へ次のような電文を打ちこみ，長官からの返電を待った。

「火山性地震の回数は減りつつあるが，火山性微動は，なお，頻発しつつあること，および，鳥島はじめ，諸火山における噴火の前駆現象の現れ方からみても，鳥島火山の今後の動きには憂慮すべきものがあり，火山学的見地からは，職員の安全を保証し得ないと考える。また，職員の心理状態からみても，このまま鳥島気象観測所を維持していくことは，至難である。従って，全所員を可及的速やかに撤退させることが，適当と判断される。この際，英断をもって，至急，この件について，御指示をお願いする。」

こうして，16日未明，過去18年間，国内的にも国際的にも，気象観測の重要拠点だった該観測所は閉鎖され，鳥島は，また，無人島に帰した。その後，噴火は無かったが，筆者は，あの判断は間違ってはいなかったと信じている。

IV　火山観測・研究体制の整備

気象庁は，初めて，全国をおおう火山観測，つまり，日本のすべての火山の活動監視の責任を負うことを自覚した立場で，1962年から5カ年がかりで，その総合的・組織的な整備計画を実行した。筆者のかねてからの夢が実現し始めたのである。まず，各火山について，火山活動の記録や地学的調査に基づく，噴火の頻度，規模・様式・地点などと，今後それが起きた場合の社会的影響

(推定危険区域内の人命・財産など)の程度から,該火山の活動監視の社会的必要度を総合評価する。その必要度の大小により,全活火山を,順次,A・B・Cの3級に分類し,常時観測と機動観測を併用して,効率的に日本の火山活動を監視しようと考えたのである。A級4活火山全部(浅間・伊豆大島・阿蘇・桜島)と,B級12活火山(雌阿寒・十勝・樽前・有珠・北海道駒ケ岳・吾妻・安達太良・磐梯・那須・三宅島・雲仙・霧島)の計16活火山で常時観測が行なわれ,全活火山を対象とする機動観測(計画的な基礎調査と異常時の緊急調査)も制度化された。全国諸火山の的確な活動監視の社会的必要性の激増と,火山活動の観測・研究やその測器類の目覚ましい進歩が,気象庁をそのように踏み切らせたのであった。

この種の整備は,病院の創設・育成と同様に,段階的に,順次,充実・強化していくのがよい。また,ある火山が噴火したからといって,むやみに,すぐ昇級させるといった筋合いのものではないが,観光開発の画期的進展などで,活動監視の必要度が激増した活火山などは,昇級させるべきである。そうした意味で,当初はC級だった草津白根・富士・焼岳・蔵王・岩手・岩木の6活火山は,その後,B級に該当してきた。つまり,種々の事情を勘案すると,日本(南千島を含まず)の67活火山の約3分の1で常時観測するのが,究極的に妥当な線だと,筆者は考える。

ところで,火山活動の消長,噴火の発生や停止などについての,火山観測の成果に基づく何らかの情報の発表は,社会の切実な要請である。噴火の的確な予知・予報はまだ一般には不可能なことを理由に,誰も黙して語らずというのでは,噴火の都度,大災害を出しかねない。それで,上述のような状況下ではあるが,1965年1月から,順次,諸火山で,『火山情報』(定期・臨時)の発表を業務化した。これは,当初は発表する側の気象官署はためらい,受け取る側の国民(特に地域住民)はとまどいがちであったが,数年にして,全国的になじんできた。『火山情報』はいわば実況報告で,予報ではないが,火山活動の性質からみて,防災上,かなりの効用があり,全国的に『寝耳に水』の噴火は激減し,特に気象庁が常時観測中の活火山では,ほとんど無くなってしまった。

このように,全国にわたって火山活動監視網が張りめぐらされており,火山情報の発表も業務化されている点で,日本は諸外国に遙かに先んじてはいるが,さらに,ますます急増する火山監視—噴火予知の社会的要請に対応するため,(文部省)測地学審議会の建議(1973年6月)に基づき,諸大学と気象庁などの調査研究機関ないし技術官庁がより密接に協力して,噴火予知を実現していくための観測・研究計画の第1次5カ年計画が,1974年度から遂行された。また,この『火山噴火予知計画』に参加している諸機関はもとより,関係行政官庁までも含めて,連携作戦を円滑に行えるようにするため,1974年7月,『火山噴火予知連絡会』(会長は永田 武氏,庶務は気象庁)も創設された。この計画による全国火山観測体制再整備の一環として,気象庁は,1977年度に草津白根山でも常時観測を開始した。また,諸大学なども,浅間山・阿蘇山を始め,伊豆大島・箱根山・桜島・霧島山・雲仙岳などの火山観測・研究施設を順次整備してきていたが,この研究計画により,有珠山にも,1977年度に北海道大学理学部の火山観測所が新設された。さらに,諸大学にも,移動観測班が新設され始めた。

一方,1974年には『活動火山周辺地域における避難施設等の整備に関する法律』も制定されて,予防策を含む噴火災害対策が推進されたが,さらに1978年4月には,より総合的な充実した『活動火山対策特別措置法』が施行された。それに伴い,気象庁(ないしは管下の気象官署)が発表する火山情報は,『定期火山情報』(常時火山観測中の浅間・伊豆大島・阿蘇・桜島の4活火山では毎月,常時観測中の他の13活火山では年3回),『臨時火山情報』,および『火山活動情報』(被害を生じたり,生ずる恐れのある場合)の3種に分類され,関係各方面へのそれらの通報・伝達も明確に義務付けられた。また,1979年度からは,火山噴火予知計画も第2次5カ年計画に入り,一層の発展が期待されているが,気象庁では,同年度に,本庁所属の火山機動観測班に付加して,札幌・福岡両管区気象台に地域火山機動観測班が新設され

た。

なお，1977年12月，日本学術会議において，同会議地球物理学研究連絡委員会付置火山噴火予知小委員会と日本火山学会の共催で，『火山噴火予知研究シンポジウム』が開かれ，かつ，その講演や討論の内容は，日本火山学会誌『火山』2集23巻1号（1978）に特集，刊行してある。とはいえ，日本の火山の観測・研究も漸く軌道に乗り始めたかどうかといったところで，火山噴火予知連絡会なども，参加諸機関の連携のあり方（特に諸大学と気象庁などの役割），該連絡会不参加の諸大学ないし科学者たちとの兼ね合いなど，まだ，検討・改善すべき点が少なくない。この種のことは，ある程度，試行錯誤が容赦されるべきではあるが，関係者たちは大局的・長期的見地から，虚心坦懐に，順次，改善に努めていくべきであろう。種々の面で，なかなか一筋縄にはいかない難問ではあるが，何とか，着実に進展させるべきであろう。

（1980年6月25日受理）

地学雑誌 89, 4 (1980)

国立科学博物館所蔵 逐次刊行物目録と自然史文献センター

小 林 貞 一

Catalogue of Serial Publications in the National Science Museum, Tokyo, 1979 Edition and Central Library of Natural History

Teiichi KOBAYASHI

何れの学問に取っても文献が大事なことは言うまでもないが，自然史学の多くの分野ではその調査研究上で，古い文献からまた世界各地のものまで特に広範な文献を必要としている。それ故にその網羅的蒐集のための自然史文献センターが極めて必要で，そのようなセンターの出来るための第一歩として，標題の目録が出現したということは喜ばしいことである。

この目録は546頁からなり，欧文篇（1-178頁），和文篇（179-257），欧文 KWIC 索引（259-513），和文主題索引（515-542），スラブ文字誌名索引（543-546）からなっている。欧文索引で Musea, Musée, Museet, Musei, Museo, Museum, Museia など Museum 関係を見ると 1頁74行組で394-403頁に亘り，大約700行を占めているのでそのタイトルは600種以上に及んでいるであろう。同じように推算すると Geology は700種以上，また Palaeontology と Mineral, Mineralogy, Mines とは各々100種以上あり，動植物学関係はさらに多く，Academy, Academia や Royal Society, Linnean Society などもかなりの数に及んでいる。

和文索引は主題に従って分類されていて，左右2列に組まれ，各列62行であるが，博物館は517-521頁に亘り約350行を占めているので，国内の博物館，特にその自然史関係の逐次刊行物は非常によく集まっていることが判る。地球科学と古生物を合せると約3頁近くあり，これもかなり集まっている。学会誌は学会相互で，また教室の紀要類や，地質調査所などの出版物も相互に手広く交換することによって国内の文献は充実する。そのような観点からこの目録は科学博物館のものとしてふさわしい姿をしている。

序文によるとこの目録は現在館の所蔵する文献中の自然史関係を中心として編輯されているその蔵書は館の創立以来のものに日本学術会議（JSC）から移管された自然史学文献が加わり，さらに日本動物学会から委託された蔵書も載っている。その関係もあって，よく調べた訳でもないが，戦後のものが過半を占め，戦前のものは割合に少く，戦前戦後に継続しているものはさらに少いようである。非常に欠号が多く，1冊ないし数冊のものも決して少数ではない。JSC から移管されたものは専ら輯報類との交換図書で，輯報類は1922年に学術研究会議から発刊されたのであるから，おおよそ60年間のものが累積している筈であるが，第二次大戦末に混乱し，またその後 JSC では文献資料が永らく看却放置されていた。この不始末はまことに残念である。

1965年の JSC 年報によると，4部（理科）関係の輯報類6種（数学・地物・地質地理・動物・植物・海洋）の 4,880 冊が海外83国に頒布されていた。その頃の JSC 蔵書約4万冊のうち，学術雑誌を主とする外国文献は約3,000種で，そのうち

冊が自然科学であった。

内外から高く評価されていた6種の輯報類は1969～1975年の間に逐次廃刊され，1976年から日本自然科学集報すなわち Recent Progress of Natural Sciences in Japan が僅かに年1冊出ることになり，第1巻は数学と地物，第2巻は動物・植物・海洋，第3巻（1978）は地質・古生物・鉱物・岩石関係であった。そして当初は2,500部印刷，500部を国内，1,900部を海外の機関に頒布することになっていた。しかし現在では印刷部数も海外向けの発送も著しく縮小されている由，しかし過去の実績のおかげで，海外からは今もなお年間約3,000種，8,000冊の交換・寄贈図書があり，その大部分が自然科学関係であるとのことである。JSC の図書課は手薄ではあるが，次々と到来する文献中から自然史関係のものを迅速に整理して，博物館へ移管して江湖の利用に供すべきことを忘れてはならない。

JSCの6種の輯報類から年刊の1集報へと後退したのに引きかえて，国立科学博物館では1939～1953年に33号まで出してきた研究報告（Bulletin）を，1954～1974年まで New Series として17冊を出し，1975年から A-D の4類（動物学・植物学・地質古生物学・人類学）に分けて季刊とし，1978年にはE類（理化学）を追加した。現在では A-C を各600，Dを400，計年間2,200×4の8,800冊を印刷している。そして，海外には全体で698×4冊を，C類だけでは189×4冊を送っている。その外に専報（Memoir）291冊を海外に頒布しているとのことである。このような進歩はあったとはいうものの序文に述べているように「わが国における自然史文献センターとなる」ためには大いに交換を拡大する必要があり，それと同時に研究報告や専報が博物館のものから，わが国自然史学の代表的な出版物へと飛躍的に発展して行くことが望ましい。

自然史学では標本と文献が特に大事である。生物の学名は動植物でその出発点が多少違っている。動物ではリンネの Systema Naturae 第10版1758年が発端となっている。植物では類によって異り，顕花植物と羊歯類・地衣類および大部分の藻類はリンネの Species Plantarum 第1版，1753年を出発点として最も古く，他の部類は別に定められている。古生物学の場合にはその命名の先取権は動植物の命名規約に準じている。それ故目前の生き物や化石を何というかという学名の出発点が18世紀半ばまで文献を遡ることを要求しているのである。日本産化石に対して命名された最古の学名は Fusulina japonica Gümbel, 1874であるが，外国人の日本の植物・動物の研究史も18世紀のKAEMPFER や THUNBERG まで遡るのである。従って，先明治の古典と共に逐次刊行物の Back Number の補充が極めて重要である。

自然史学文献の網羅的蒐集は最近とみにその必要度を高めてきた。参考までに文部省科学研究費による昭和38～50年間の海外研究を見ると，その総課題数は278件で，参加研究者数は延べ1,400余人に及んでいる。その研究調査の大多数は自然史学ないしそれと密接に関与している課題名に地域や分野の明示されていないものもあるが，そのうちの少くとも50～60件は地学関係である。参加研究者2,090人中，岩鉱を含む地質学者268人，地球物理学者119人，地理学者115人で合計502人である。地域的に見ると東南アジアが453人，西アジア・北アフリカ403人，南アジアが253人，計1,109人で，第4位が中南米の247人，第5位がアフリカ（サハラ以南）の231人となり，残余が欧米その他となっている。このように旺盛になってきた海外学術調査研究を実のりあるものとするためには世界的視野で自然史学に重点を置いた文献の網羅的蒐集が不可欠である。

JSCが蔵書目録を永らく公にしなかったのに反して，国立科学博物館がこのような目録を出版したことはまことに喜ばしい事であるが，年を同じうして文部省の学術雑誌総合目録自然科学欧文編1979年版が出た。同年であるから博物館のものは文部省の最新版には載っていないものが多数含まれていることを附言しておく。

このような総合目録の編纂は初め学術研究会議で始められ，大正12年(1923)に外国学術雑誌目録の初版が出来，その後改訂増補された。戦後学研が解散後この作業は文部省で取りあげられ総合目録の初版が昭和28年(1953)に自然・人文科学の欧文篇2冊として出来，その翌年和文篇2冊も出版

された。そのうちには旧帝大の蔵書が収録されているに過ぎなかったが，後に文部省の学術奨励審議会のうちに学術文献総合目録分科会が出来，改訂増補が繰返されるごとに，収録機関を諸大学・直轄研究所から省外の研究機関等へと拡張されてきた。

文献の蒐集にまたその目録の作成には永年の不断の努力が必要で一昨年に開館30周年を迎えた国立国会図書館（NDL）にはその所蔵する和雑誌目録（昭和51年）や欧文雑誌目録（昭52）があり，前者には28,282種，後者には1,034種が収録され，共に追録も出ている。また蔵書目録として科学技術関係欧文会議録目録(1948～1969，1970～1976)もでている。その他に日本科学技術関係逐次刊行物目録，1974には7,087タイトルが収録されている。NDLには諸官庁の33支部図書館があり，そのうちには日本学術会議，国土庁，文部省，農林水産省，工業技術院，海上保安庁，気象庁などが含まれている。東洋文庫もNDLの支部となっている。それらNDLの本支部全蔵書を包含した総合目録が出来れば一層文献利用に役立つことは明かである。

昭和36年以来NDL内には科学技術関係資料整備審議会が設けられ，関係文献の網羅的蒐集とその利用が要請された。この審議会の第18回(昭53)の記録によると，NDLには12,000種の外国雑誌を所蔵しているが，継続受入れているのはその約半数である。そして，国内の大学・研究機関の収集状況をみると総計15,000種である。英国図書館貸出局の収集雑誌（人文社会部門数千種を含む）は47,500種であるから我国の総数はその3分の1に過ぎないことになる。なおオーストラリアの国立科学技術図書館の収集雑誌は20,000種である。また米国の議会図書館・国立医学図書館・国立農業図書館・カナダの科学技術情報機関等は各々20,000種あるいはそれ以上を収集している。換言すれば我国の総数はその4分の3以下であって，世界一流のレベルからは程遠い。

自然史学上では眼前の資料を単にローカルなものとしてでなく世界のうちの存在として把えて研究することによってその成果の意義が著しく高揚されるのである。そのために参考文献を探し求める場合，文部省の学術文献目録は最も重要な手引になって来た。そして古い文献でも存外日本にあるものだと思うが，また割合に新しい逐次刊行物でも，国内の何処にもない。あっても，所要の巻号が欠けているために，失望することもまた少くない。古い欠号の補充は至極困難であるとしても，新しい文献では巻号数を揃える。また差当りは利用されない逐次刊行物でも，将来は国内のどこかで見られるという理想を実現したいものである。

昭和23年頃学術研究会議内に設けられた外国文献利用委員会のお世話をしていた当時を省みると，この30余年間の文献利用に於ける発展はまさに隔世の観がある。しかし日本の世界的地位は，それを上廻ってきた。狭い国土を極度に利用するにも，産業のための原料を広く海外に求めるにも，郷土を知り，世界を視る自然史学が根本である。国の内外を問わず天恵に与かり，天災を防ぐための自然史学の土台は地球の科学でありその上に生物や人類の科学が樹立しているのである。そのような自然史学上の文献の充実と利用には，NDLも大学も努力しなければならないが，それらの間の盲点ともいうべき部分を突いて，綿密に収集に当るような自然史文献センターは，独り学者のためのみではなく，広く国民のために，また国民が世界文化に寄与するために必要欠く可からざるものである。

参考文献

江崎悌三（1930）：動物命名規約，岩波講座，生物学，

本庄久世（1978）：国立国会図書館における総目録の沿革．科学技術文献サービス，**49**，40-49.

海外学術調査に関する総合調査研究班(1977)：海外学術調査関係研究者名簿．99頁．

——(1978)：海外学術調査分野別・地域別参加研究者数一覧．29頁．

小林貞一（1949）：外国文献難の緩和．科学，**19**(6)，263-264.

——(1963)：国際学術交流と欧文刊行物．学術月報，**16**(9)，503.

——(1969)：日本地質学地理学輯報40巻，地学雑誌，**78**(2)，64-70.

——(1978)：Japanese Journal of Geology and Geography. **40**, 1970 などから Recent

Progress of Natural Sciences in Japan 3, 1978まで. 地学雑誌, 87(6), 368-369.
地学雑誌, 87, 6, 368-369.
槇山次郎(1961)：動物学名法解説. 化石, 2, 44-56.
丸山泰通 (1978)：日本における「全国総合目録」沿革ノート. 図書館研究シリーズ, 19, 1-100.
中井猛之進 (1930)：植物命名規約に就いて. 岩波講座, 生物学,
NDL (1980) 国立国会図書館三十年史：資料編, 660頁.
——(1980) 国立科学博物館所蔵逐次刊行物目録：1979年版の刊行. 国立科学博物館ニュース, 980-5.
寺田瑛子 (1978)：科学技術関係欧文雑誌総合目録について. 図書館研究シリーズ, 19; 117-138.

(1980年5月7日受理)

日本自然科学集報　第4・5巻
昭和53・55年

小　林　貞　一

Recent Progress of Natural Sciences in Japan, Vols. 4 and 5, 1979 and 1980

Teiichi KOBAYASHI

JSCで輯報類6種が廃刊されて昭和51年から上記の集報が年刊となって出ていることについては，既に本誌87巻に紹介した。その4巻は地球化学篇で，第5巻は地理学・陸水学篇である。両巻共私の専門分野ではないが，皆地球の科学であって，特に関心のある少数の記事を読んで大変有益であった。またこの集報は私と因縁の深い輯報類の遺物に外ならないので，その利用と永続と発展を希いつつ両巻中の標題と筆者を列記する。

Vol. 4, 1979.

Remarkable Aspects of REE Geochemistry, with Particular Reference to Bulk Partition Control Effect of Integral Natures, by MASUDA, A.

Carbonate Sediments, by KITANO, Y.

Japanese Geochemical Activities in the Antarctic, by TORII, T. and WATANUKI, K.

Volcanic Exhalations, by MATSUO, S.

Isotopic Water-Rock Interaction at Hydrothermal Temparatures, by KUSAKABE, M.

Lead Isotopes of Igneous Materials, by SATO, K.

K-Ar and Rb-Sr Dating in Japan, by SHIBATA, K.

Alpha Radioactive Nuclides in Geochemistry, SAKANOUE, M.

Earthquake Prediction by Geochemical Techniques, by WAKITA, H.

Rare Gases in Meteorites and Terrestrial Samples, by TAKAOKA, N.

Long-Lived and Stable Nucleides Produced in Extraterrestrial Materials, by HONDA, M.

Cadmium in the Environment in Japan, by YAMAGATA, N.

Insoluble Organic Matter in Sediments and Its Geochemical Role, by ISHIWATARI, R.

Nuclear Techniques Applied to Archaeological Objects, by MABUCHI, H.

Vol. 5, 1980.

Recent Trends of Geographical Study in Japan

Japanese Geomorphology in the 1970's, by KAIZUKA, S. SUZUKI, T. KOIKE, K. ONO, Y. and HIRANO, M.

Some Aspects of Glaciological Studies, by YOSHIDA, Y.

Climatological Studies, by T. KAWAMURA

Hydrological Studies, by TASE, N.

Recent Movement in Oceanographic Researches, by MOGI, A. and NITANI, H.

Biogeography and Medical Geography, by YOSHINO, M. T.

Recent Studies of Soil Geographical Study,

(1980年5月7日受理)

書評と紹介

水谷　仁著：クレーターの科学

東京大学出版会，1980 (UP Earth Science)

宇宙に関する最近の話題には，つい20年ほど前の地(球科)学ではもちろん，天文学の分野でさえもなじみの薄かった事柄がいくつも登場する。日く，星間有機分子，Panspermia，惑星の薄い輪，比較惑星学等々。アポロ計画が一段落したとはいうものの，月着陸をきっかけにして，宇宙探査技術は今やはるかに長期の，年単位の宇宙飛行を必要とするような，遠い惑星ないしは太陽系外への探査に向けられようとしている。

このような時点にあって，次々と新しく入ってくる情報を手がかりとして，惑星地質学という分野が独立する機運にあることは，いわば成り行きとして当然であるのかもしれない。しかしながら，実際に物を扱うことのできる範囲というものは依然として厳しい制限を蒙っており，いきおいシミュレーション等に頼る比較実験をはじめ，推量・推定の部分が多くを占めることになるのは止むを得まい。

が，ともかく，このような多くの進展の一つに，ここに紹介するクレーターの研究があることは何人も否定できまい。人類が初めて月表に降り立ったとき，"素人"間ではなおさらのこと，その筋の"専門家"でさえも，もうこれで問題は一気に解決，と期待した向きがあったのも確かである。これまで長々と続いてきた月面クレーターに関する火山起源説と隕石衝突説との対決に，すぐにでも終止符が打たれるものと考えたのは，一面無理からぬところであった。

現実の方はしかしながら，それほど簡単ではなかった。これまでに比べればたしかに衝突説にとって有利な具体的証拠が得られ，またその目で見ると，地球上の円形構造地形のいくつかは，隕石落下によるものとみてさしつかえないことさえ次々と判明してきている。ただ，[illegible]では，ガ[illegible]衛星の[illegible]すに，噴煙など疑いもない火山活動が観察されたり，惑星の熱史を考慮する立場からいえば，結局は火山活動なしに現在に至ったとする解釈には無理があるなど，火山起源の"クレーター"を0とするには時期尚早という意見も少なくない。

評者がここにとりあげた冊子は，上述のような最近の著しい研究展開をバックにした。クレーターを隕石孔として理解する立場からのガイドブックと理解してほしいものである。ふつう辞書や事典等によれば，クレーター（crater）とは，成因をとくに定めることなく，カップ状凹部（地形）を指している。一般には火山クレーターないしは火山性陥没クレーターを意味し，電気関係ではアーク発光の際陽極の炭素上に開く穴をいう。隕石孔の場合，英語では meteorite crater と断りをつけて呼ばれるのが通常であり，本著の著者のように日本語のクレーターをストレートに隕石孔に当てるのは，いささか強調しすぎの感がしないでもない。とくに，いわゆる地（球科）学の学徒の多くには，書名だけを見たときに，火山クレーターを含むクレーター科学を期待させる危険性なしとしない。

しかしながら，もちろんそれは題名を目にとめたときの，いわば一過性の食い違いに過ぎない。著者は，地球物理学筋の新進宇宙地球科学の研究者であって，本著の内容について自ら，クレーター（隕石孔のセンスで）の成因の物理学的解明を主題とすることを宣言しているのであり，その範囲と方向とにおいて「クレーターの科学」がとりあげられているのである。

章建ては，0．はじめに　1．いろいろの惑星のクレーター　2．クレーターの形態学　3．クレーター形成過程の物理学　4．クレーター年代学　5．クレーターの形成と惑星の進化となっていて，それぞれに主要な参考書・文献等を付してある。最初に一通り歴史的なレヴューを述べたあと，宇宙船や惑星探査衛星のもたらした最近の成果から，クレーターの形状に関する情報を整理し，本題であるシミュレーション手法を中心にした実験クレーター学とでもいうべき分野へと導入する。そして，そこではマイクロからマクロにおよぶクレーター成因論への様ざまなアプローチが記載され，第2，第4章とセットになって，本著の主題展開となっている。クレーター年代学の章では，

惑星表面における隕石の衝突確率を扱い，分布密度やクレーターの形のくずれに関する解釈が論じられる。

東京大学出版会の UP Earth Science というシリーズは，165 頁程度の小冊子としてハンディな地球物理の読物を目ざしているようであり，著者が意図したクレーターに関する百科事典的内容を達成するために，かなりの苦心があったと推量される。一般読者としての“地球人”にすれば，やはり月や他の惑星にあるクレーターと同じ形態を持ち，同じ成因が期待される地形がこの地球上にもかなりの数見つかっている，という現実に大きな興味が向くのは当然であろう。その意味で，地球との比較クレーター論にもっと多くの頁をさいてもらいたかったという希望も出てこよう。

とりわけ，クレーターの質的吟味という大切な仕事は，目下のところ写真惑星学の限界を超えるものであり，わが地球においてのみ初めて具体的に対象化が可能な分野なのであるから，データは少し古いが，1966年に NASA で開かれた NASA, USGS, カーネギー研究所共同主催のシンポジウム (B. M. FRENCH & N. M. SHORT 編 Shock Metamorphism of Natural Materials として1968年に刊行）で扱われたような内容，つまり溶融構造，シャッターコーン，キンクバンド，コーザイト，スティショヴァイト等々，物として検証できたデータの紹介をも期待したいのである。最近の話題から拾うならば，地球上最大規模をほこる Nördlingen 盆地での研究進展――とくに，さまざまな程度の衝撃変成作用を蒙った地層の岩石学的特徴の数々――などにもふれてほしいとする向きは多かろう。また，地球上に残るクレーター地形が，hot dry か cold dry の気候帯に集中していることの地球学的意義に関しても，もう一歩ふみこんだ紹介があったらとも思われる。さらに，地上ではとらえにくい超低角度斜光線でのイメージの代りに，レーダー像を使ってアリゾナのクレーターの撮し出しに成功している実験など，百科事典の一項に加えてほしかった。

しかし，今記したような事柄は，いわば地球中心主義ともとられかねない一読者の個人的興味と身勝手から出る，所詮かなわぬ希いなのであって，本著の不備を指すものでは決してないことを断わっておく必要があろう。今後，さらに著しくまた急速な発展が期待されるこの分野であれば，近い将来に何らかの改訂や大幅な追補は必至であろうし，一段と充実した専門書の出現に待つことも可能であろう。いずれにせよ，これまでに類書がほとんどなく，僅かな数の専門家か一部の好事家の対象でしかなかったクレーター問題を，このように一般のレベルにまで持ちこんできた本著の意義はきわめて大きい。「隕石孔の科学」概論としては，間違いなく第一級の内容を持つ好著であり，学際的色彩の著しい近代の宇宙地球科学における代表的な話題への入門書として，地学一般を学ぶ者にとって座右の書であることは疑いない。

（浜田隆士）

協会記事

編集委員会（54年度第７回　昭和55年５月23日）

出席者：前島委員長　井上，神戸，五条，佐藤，諏訪，浜田，前田，山口各委員

議事：

1. 第89巻４号の編集について審議した。

通常総会（第101回，昭和55年５月24日）

出席者：池辺　穣ほか31名　委任状によるもの236名　合計268名

議　事：

1. 昭和54年度事業報告書及び収支計算書について，質疑応答の上，これを承認した。
2. 昭和55年度事業計画及び収支予算について，質疑応答の上，これを承認した。

報　告：日本地学史資料調査委員会，将来検討委員会，及び創立百周年記念事業実行委員会よりそれぞれの活動状況について報告があった。

編集委員会（55年度第１回　昭和55年６月25日）

出席者：前島委員長　井上，神戸，佐藤，諏訪，浜田，松田各委員

議　事：

1. 第89巻４号および５号の編集について審議した。

理事会（55年度第２回　昭和55年６月26日）

出席者：坪井会長　末野，木内各副会長　川上，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事，矢嶋，矢沢各監事

議　事：

1. 正会員の入会について
   屋代好男，堀越増興，鵜飼光男，鬼塚　貞，井上寛生，玉野俊郎，小島伸夫，髙橋　彰，元木　靖
   以上９氏の入会申し込みを了承し，評議員会に提出することとした。
2. 第24回国際地理学会議の行事中，国際地理学連合研究委員会，現地討議及び地図展示を本協会が主催することを承認した。
3. 前項の行事を主催するに当り，日本船舶振興会補助事業として実施すること，ならびに資金計画上不足額900万円の補助金交付申請を行うことを承認した。
4. この行事の担当理事として川上，西川理事を指名した。
5. 図書委員会より提案された図書の寄贈先を了承した。

図書委員会（55年度第１回　昭和55年７月２日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，平山，前島，戸谷各委員

議　事：前回議事録了承の上，坂倉理事より，６月26日理事会における図書関係についての決定または承認事項について説明が行われた。これにもとづき当面の図書整理を新着図書に置くことを決定した。

会館委員会（55年度第１回　昭和55年７月18日）

出席者：末野副会長，山内委員長，梅沢，片山，川上，坂倉，佐藤，式各委員

議　題：

1. 会館建物および機械設備の保守保全の対策について討議された。
2. 貸室の利用状況について報告があった。
3. 会館特別会計の説明があった。
4. 玄関にインターホンをつけることを決めた。

日本地学史資料調査委員会（昭和55年７月19日）

出席者：小林委員長，石山，今井，岡山，川上，諏訪，土井，湊各委員

議　事：地学者の個人伝記カードの作成，既発表の地学史関係論文集の補遺の作成など，今後の計画について検討した。

昭和52-54年度建物取得にいたるまでの収支計算書

昭和52年11月より昭和54年5月末

科目	金額	科目	金額
収入の部		旧会館取壊し費	10,000,000
保証金	238,714,000	設計管理費	7,500,000
敷金	28,176,120	建築委員会費(含嘱託給与)	2,260,714
短期借入金	△ 210,000,000 210,000,000	備品費	5,809,160
		総会など会場費	0
長期借入金	240,000,000	一般会計へ繰入れ	17,500,000
その他	△ 275,283 275,283	借入関係費	1,480,163
		支払利息	7,382,249
計	506,890,120	事業所税	8,746,350
支出の部		建物登記費	1,670,310
仮事務所費	4,034,490	雑費	253,348
移転費	1,131,330	会館新築費	418,500,000
賃貸料(冨士ビル)	2,682,000	追加工事費	1,000,000
前川氏移転費	221,160	新築披露関係費	1,257,030
図書など保管費	3,713,800	計	494,885,114
梱包輸送費	1,423,800		
倉敷料	2,290,000	残高	12,005,006
近隣関係費	3,777,500		

昭和54年度（第101回）収支計算書
会館特別会計

昭和54年4月1日より昭和55年3月31日

昭和54年度会館特別会計収支計算書

科目	金額	科目	金額
収入の部		謝金	60,000
会館収入	56,708,240	旅費交通費	95,844
会館賃貸収入	56,352,240	通信運搬費	152,555
臨時貸室収入	356,000	水道光熱費	242,981
雑収入	115,494	消耗品費	1,016,996
受取利息収入	115,494	租税公課	8,085,396
計	56,823,734	会議費	138,778
		減価消却費	24,657,583
支出の部 (1) 会館事業費	38,946,707	雑費	358,771
人件費	2,861,853	(2) 支払利息	20,415,112
俸給・給料	1,820,000	(3) 一般会計へ繰入れ	15,000,000
諸手当	877,103	計	74,361,829
福利厚生費	164,750		
火災保険料	146,950	差引当期損失金	△ 17,538,095
管理委託費	1,122,000	合計	56,823,734
事務委託手数料	7,000		

昭和54年度会館特別会計貸借対照表

昭和55年3月31日現在

借方 摘要	金額	貸方 摘要	金額
流動資産		固定負債	
現金および預金	25,687,773	長期借入金	240,000,000
現金 19,740		敷金	28,176,120
預金 25,668,033		受入保証金	238,714,000
一般会計勘定	6,958,471	固定負債計	506,890,120
流動資産計	32,646,244		
		正味財産	
固定資産		当期未処理損失	△ 17,538,095
(減価償却) 建物 487,260,954 −28,442,616	453,818,338	(当期損失)	△ (17,538,095)
		正味財産計	△ 17,538,095
構築物3,080,000−192,557	2,887,443		
固定資産計	456,705,781		
合計	489,352,025	合計	489,352,025

昭和54年度（第101回）収支計算書
一般会計
貸借対照表

昭和55年3月31日現在

借方 摘要	金額	貸方 摘要	金額
流動資産		負債	
現金・預金	8,151,651	預り金	2,492,988
受託頒布図書	1,542,500	未払金	122,400
流動資産合計	9,694,151	百周年記念事業預り金	4,909,552
		退職給与積立金	3,749,350
固定資産		会館特別会計勘定	6,958,471
什器・備品	9,076,612	負債合計	18,232,761
土地	2,225,340		
電話加入権	92,680	基金	
図書	706,113	基金	3,500,000
有価証券	4,799,157	基金合計	3,500,000
固定資産合計	16,899,902	剰余金	
		事業復興資金	265,209
		敷金返還積立金	297,700
		別途積立金	1,600,000
		次期繰越剰余金	2,698,383
		（このうち本年度剰余金）	(1,536,047)
		剰余金合計	4,861,292
合計	26,594,053	合計	26,594,053

財産目録

昭和55年3月31日現在

科目	前年度末残高	54年度末残高	比較増減
流動資産			
現金	263,693	87,518	△ 176,175
預金	6,907,883	8,064,133	1,156,250
普通預金	5,756,585	7,737,275	1,980,690
第一勧銀飯田橋	1,553,716	2,676,321	1,122,605
麹町	2,978,208	4,308,994	1,330,786
麹町(寄付)	451,657	33,776	△ 417,881
三菱	336,228	525,443	189,215
三菱(寄付)	436,776	0	△ 436,776
住友	0	192,741	192,741
金銭信託	667,533	23,684	△ 634,849
住友信託	428,247	0	△ 428,247
安田信託	239,286	23,684	△ 215,602
振替預金	483,765	303,174	△ 180,591
受託頒布図書在高	702,759	1,542,500	839,741
未収入金	1,120,800	0	△ 1,120,800
流動資産計	8,995,135	9,694,151	699,016
固定資産			
什器備品	2,624,497	9,076,612	6,452,115
土地	2,225,340	2,225,340	0
電話加入権	0	92,680	92,680
図書	706,113	706,113	0
有価証券	3,800,000	4,799,157	999,157
債券	200,000	399,157	199,157
貸付信託	3,600,000	4,400,000	800,000
住友信託	3,600,000	4,100,000	500,000
安田信託	0	300,000	300,000
固定資産計	9,355,950	16,899,902	7,543,952
資産合計	18,351,085	26,594,053	8,242,968

昭和54年度（第101回）一般会計収支計算書

科目	予算額	決算額
収入の部		
(1) 会費収入	1,450,000	1,299,500
正会員	1,330,000	1,119,500
賛助会員	120,000	180,000
(2) 基本財産収入		169,874
基本財産利息		169,874
(3) 運用財産収入	150,000	199,542
利息	150,000	199,542
(4) 印刷物収入	12,515,000	17,009,524
地学雑誌収入	1,890,000	1,713,646
受託頒布図書収入	10,625,000	15,295,878
(5) 百周年預り金より繰入れ		1,236,574
(6) 会館特別会計より繰入れ	15,000,000	15,000,000
(7) 雑収入	125,000	99,140
広告料収入	120,000	70,000
雑入	5,000	29,140
(8) 前年度繰越剰余金	1,162,336	1,162,336
合計	30,402,336	30,176,490

科　　　目	予　算　額	決　算　額
支出の部		
(1) 事　務　費	12,599,332	11,987,851
人　件　費	8,819,832	6,511,706
俸給・給料	5,278,752	3,640,000
諸　手　当	2,342,460	1,754,204
謝　　　金	250,000	352,000
福祉厚生費	512,620	329,502
退職金積立金	436,000	436,000
事　務　費	3,779,500	5,476,145
消耗品費	200,000	229,526
印　刷　費	200,000	161,800
役　務　費	50,000	0
旅費・交通費	60,000	55,846
通信・運搬費	480,000	304,038
水道・光熱費	600,000	485,964
租　税・公　課	1,800,000	1,075,374
会　議　費	289,500	248,810
雑　　　費	100,000	363,140
減価償却費		2,551,647
(2) 事　業　費	15,736,800	21,490,256
地学雑誌出版費	5,118,000	4,651,000
編　集　費	918,000	537,790
印刷製本費	3,840,000	3,803,550
発　送　費	360,000	309,660
受託頒布図書事業費	8,500,000	11,696,358
各種委員会費	1,308,800	892,490
図　書　室　費	100,000	0
図書整備費	50,000	0
図書購入費	50,000	0
講　演　会　費	110,000	265,840
調査研究費	500,000	196,346
地学功労者表彰費	100,000	0
百周年記念事業費		1,236,574
減価償却費		2,551,648
(3) 予　備　費	2,066,204	0
合　　　計	30,402,336	33,478,109
次期繰越剰余金		2,698,383
(このうち，当期剰余金)		(1,536,047)
合　　　計	30,402,236	36,176,490

昭和55年度（第102回）一般会計収支予算書

科目	
収入の部	
(1) 前年度繰越剰余金	2,698,383
(2) その他の剰余金	2,162,909
(3) 会費収入	1,430,000
正会員	1,250,000
賛助会員	180,000
(4) 基本財産収入	239,000
基本財産利息	239,000
(5) 運用財産収入	150,000
預金利息	150,000
(6) 印刷物収入	
地学雑誌収入	1,125,000
受託頒布図書収入	10,625,000
(7) 百周年預り金繰入り	4,909,552
(8) 会館会計より繰入れ	15,000,000
(9) 雑収入	125,000
広告料収入	120,000
雑入	5,000
合計	38,464,844

科目	
支出の部	
(1) 事務費	11,438,755
人件費	5,555,925
俸給・給料	3,330,000
諸手当	1,429,700
福利厚生費	360,225
退職給与積立金	436,000
謝金	587,000
事務所費	5,295,830
消耗品費	230,000
印刷費	115,500
旅費交通費	57,750
通信運搬費	264,000
水道光熱費	500,000
会議費	228,580
備品費	50,000
租税公課	1,200,000
雑費	100,000
減価償却費	2,550,000
(2) 事業費	25,129,952
地学雑誌出版費	5,722,800
編集費	610,800
印刷製本費	4,608,000
送料	504,000
受託頒布図書事業費	9,262,000
百周年記念事業費	4,909,552
各種委員会費	2,085,600
図書室費	100,000
地学功労者表彰費	100,000
地学クラブ助成費	100,000
調査研究費	300,000
減価償却費	2,550,000
(3) 予備費	1,896,137
合計	38,464,844

各種委員会費の内訳

将来検討委12万，定款小委7.56万，地学史資料調査委12.24万，行事委13.44万，会計委4.68万，図書委94.32万，会員委64.32万

昭和55年度会館特別会計収支予算書

科　　目		科　　目	
収入の部		支出の部	
前年度繰越金	25,687,773	(1) 会館事業費	36,334,652
会館収入		人件費	2,563,002
会館賃貸収入	56,352,000	俸給・給料	1,665,000
臨時貸室料	300,000	諸手当	714,850
雑収入, 預金利息	882,000	福利厚生費	183,152
合計	83,221,773	謝金	293,000
		火災保険料	147,000
		会館管理委託費	1,224,000
		修繕費	360,000
		租税公課	6,162,000
		会館委員会費	122,000
		旅費交通費	29,750
		通信運搬費	136,000
		水道光熱費	250,000
		会議費	118,400
		減価償却費	24,650,000
		消耗品費	120,000
		印刷費	59,500
		雑費	100,000
		(2) 支払利息	21,163,000
		(3) 借入金返済	16,000,000
		(4) 一般会計に繰入れ	15,000,000
		合計	88,497,652
		残高	△ 5,275,879

会　告

筑波研究学園都市見学の御案内

主要対象：地質調査所・地質標本館，国土地理院，土木研究所

日程概要：1980年11月17日（月）

集合場所：常磐線荒川沖駅前　10時05分

（上野発　9：01　勝田行）＊

10：30～12：45　地質調査所・地質標本館，昼食

13：00～13：30　松見公園展望台

13：40～15：10　国土地理院

15：20～16：20　土木研究所

17：00頃　土浦駅解散（バスをチャーターした場合には，取手駅まで送れます）

募集人員：40名（申込先着順，定員をオーバーした場合には，お断りすることがあります）

申込法：東京地学協会行事委員会あて，必ず葉書で10月15日までに（必着）申し込んで下さい。取り消しも必ず葉書で早目にお願い致します。

参加費：バスをチャーターした場合には，分担願います。

その他，すべて各自負担とします。

＊国鉄の時刻変更があった場合には，この時刻に最も近い便を御利用下さい。

地学雑誌 第838号　昭和55年8月20日印刷　昭和55年8月25日発行
編集兼発行者 前島郁雄
発行所 社団法人 東京地学協会 東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102 電話東京(261)0809番 振替口座-東京-0-66278番
印刷所 一ツ橋印刷株式会社 東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く） （▲印新刊）

各 460円 〒 400円

上松　足尾　厚田　阿仁合　赤穂　秋葉山　岩内　飯田　今治西部　伊予三崎　岩館　宇部　宇部東部　襟裳岬　渡島小島　飫肥　大垣　大迫　大畑　近江長浜　大屋市場　鬼鹿　尾花沢　小浜　磐田　海南　唐津　冠島　霧島山　串本　鞍岡

甲府　国分　昆布森　猿留　須坂　垂水　田沢湖　但馬竹田　丹後由良　妻籠　土淵　都農　津山東部　都井岬　当別　動木　苫前　富高　那智　男体山　沼田　鋸崎　羽幌　浜益　東茂住　燧岳　平戸　人首　船津　幌加内　本岐　幌泉

母衣月　三日市　三厩　門別　吉野山　呼子　留萌

各 600円 〒 400円

網走　荒島岳　伊万里　内の浦　遠別　雄冬　渡島大島　奥津　鹿屋　上里　蠣ノ浦　加子母　金木　加治木　北見　草津　小口瀬戸　国領　佐用　志布志　周匝

男女群島　鷹巣　達布　田並　太良鉱山　近川　智頭　月形　徳舜瞥　仁位　西徳富　根雨　羽島　初浦

肥前高島付野母崎

日向青島　肥前江ノ島　弘前　深浦　三島　三田井　焼石岳　涌谷　若柳

各 890円 〒 450円

△伊東　五所川原　妹背牛　△横田　脇野沢

850円 〒400円

山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

▲宿毛伊予鹿島　▲坂城　栗栖川　竹田　蓼科山　▲津島　▲藤沢　若桜

2,390円

〒 { 都内 450 / 第一地帯 550 / 第二 〃 650 / 第三 〃 750 }

浜松

各 1,390円 〒 450円

磯浜　伊良部島　岩沼　稲取　魚津　渡島福島　川尻　金華山　熊石　五城目　尻屋崎　修善寺　下田　竹貫　多良間島　鶴居　利島　富江　那珂湊　野尻　彦根東部

都城　▲御蔵島　▲三崎　屋久島西南部　八雲　陸奥川内　米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田　小諸　▲酒田　知内　大樹　館　多里　大正　津幡　飛騨古川　宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

▲浅舞　秋田　上石見　木古内　▲千歳　本荘　神門　八が岳　湯沢

2,790円

▲江住

各1組 600円 〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦　大槌・霞露岳　大間・佐井　阿田和・新宮　伊予高山・八幡浜　掛塚・見付

1/20万 地質図 各 〒 300円

各440 円

石巻　男鹿島　唐津　高知　野辺地　羽幌　松山　輪島　伊良湖岬

各 620円

網走　酒田　新庄　標津　苫小牧　深浦　宮津　稚内

各 870円

天塩　広尾　尻屋崎

各 1,140円

根室　鳥取　剣山　斜里　留萌

各 1,310円

宮古島　知床岬　釧路　豊橋　野母崎

1,630円

▲久遠

各 1,870円

静岡および御前崎　旭川

2,350円

弘前および深浦

2,460円

▲札幌

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円 〒 400円

鬼首　高松　徳島　勿来

1/50万 地質図

1,950円 福岡

1,960円 ▲鹿児島

500円 八丈島　奄美大島

2,320円 釧路

以上〒 300円

地学雑誌 隔月発行，1カ年9,300円（送料を含む）。巻号によっては分売いたします。

地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 5 (839), 1980

目　次

論説・報告

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1880
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東 京 地 学 協 会 取 扱 い 出 版 物　　▲印新刊)

各 〒 400円

縮尺	書名	価格
1/200万	日本鉱床分布図帯(17-2,3,4)	3,010
▲1/200万	日本鉱床分布図(17-5,6)	2,120
1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,540
1/200万	日本地質図	1,560
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本鉱床生成図(14)	720
1/200万	日本鉱床生成図(15)	940
1/ 50万	後期新生代地質構造図東京	1,280
1/ 50万	地質構造図秋田	890
1/2万5千	佐世保北部	850
1/2万5千	生駒山地西麓部	830
1/2万5千	鬼　　首	650
1/ 10万	石狩沖積低地	1,240
1/ 50万	第四紀地殻変動図近畿	1,580
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/200万	日本活断層図	930
1/5万, 1/10万	伊豆半島活断層図	1,390
1/200万	日本温泉分布図 } 組の場合 1,950	1,280
	日本温泉鉱泉一覧 }	930
1/200万	絶対年代図(16-1)花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)変成岩	900
1/100万	日本地質図	4,690 〒500
▲1/ 20万	構造図 5. 信越地域活構造図	1,560

海洋地質図　　各 〒 400円

縮尺	書名	価格
1/ 20万	(Ⅲ) 相模灘及付近海底地質図	1,840
1/ 20万	(Ⅳ) 相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(Ⅴ) 紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(Ⅵ) 紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(Ⅶ) 琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(Ⅷ) 西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(Ⅸ) 八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(Ⅹ) 八戸沖海底地質図	1,970
1/100万	(Ⅺ) 日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/ 20万	(Ⅻ) 西津軽海盆表層堆積図	2,440
1/100万	▲(XⅢ) 日本海南部及び対島海峡	2,430
1/100万	▲(XⅣ) 北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

書名			価格
日本油田ガス田図	(Ⅰ)	青 山 奥	820
〃	(Ⅱ)	横　浜	820
〃	(Ⅲ)	横 須 賀	820
〃	(Ⅶ)	魚　沼	3,410 〒750
〃	(Ⅷ)	本　宿	1,510
〃	(Ⅸ)	七　谷	820
〃	(Ⅹ)	茂　原	2,140
〃	(Ⅺ)	佐　渡	1,510
同　上	説 明 書	佐　渡	1,510

日本水理地質図　　各 〒 400円

番号	書名	価格
(Ⅳ)	山梨県釜無川および笛吹川流域	650
(Ⅴ)	香東川・土器川・財田川流域	650
(Ⅵ)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	650
(Ⅶ)	千葉西部	650
(Ⅷ)	奈良県大和川流域	650
(Ⅺ)	長野県松本盆地	650
(Ⅻ)	兵庫県南西部	650
(XⅢ)	佐賀・福岡県筑後川中流域	650
(XⅤ)	都城盆地	650
(XⅥ)	仙台湾臨海地域	840
(XⅦ)	高知県・鏡川・国分川および物部川流域	650
(XⅧ)	福岡・大分山国川および駅館川流域	650
(XⅨ)	熊本県白川および黒川流域	650
(XX)	鳥取県日野川流域	840
(XⅪ)	福岡県矢部川中流域	840
(XⅫ)	山梨・長野県釜無川上流域	1,110
(XXⅢ)	長野・群馬県湯川および吾妻川流域	1,390
(XXⅣ)	長野県千曲川中流域	1,390
(XXⅤ)	島原半島	1,510
(XXⅥ)	長崎県諫早北高地区	1,260
(XXⅦ)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,260
(XXⅧ)	福島県郡山盆地	1,390
▲(XXⅨ)	福島盆地	1,540

空中磁気図　　各 〒 450円

番号	書名	価格
(Ⅰ)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
(Ⅱ)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
(Ⅲ)	浜頓別—雄武—網走海域	590
(Ⅳ)	御前崎—浜松—豊橋海域	590
(Ⅴ)	西九州長崎—川内海域	590
(Ⅵ.Ⅶ)	気仙沼-岩沼-盤城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
(Ⅷ. Ⅸ. Ⅹ)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,030
(Ⅺ Ⅻ)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,030
(XⅢ)	福井-豊岡-隠岐海域	590
(XⅣ. XⅤ. XⅥ)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,550
(XⅦ, XⅧ)	天北—十勝地域	590
(XⅨ. XX)	日高—大雪地域	590
(XⅪ. XⅫ)	奥尻—津軽—西津軽—男鹿半島—酒田海域	1,030
(XXⅢ)	五島列島—野母崎—男女群島—甑島海域	1,030
▲(XXⅣ)	北見地域	590
▲(XXⅤ)	大隅半島—屋久島—種子島東方海域	1,030
▲(XXⅥ)	佐渡相川—輪島—糸魚川—七尾海域	1,030
▲(XXⅦ)	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島—房総沖海域	1,030

各〒760円(ただしⅠ，Ⅱ，Ⅲは都内760円
第一地帯880円　第二 〃1030円　第三 〃1180円)

書名	番号	内容	価格
日本炭田図	(Ⅰ)	常磐炭田図ならびに説明書	1,760
〃	(Ⅱ)	北松	2,930
〃	(Ⅲ)	留萠炭田大和地区	730
〃	(Ⅳ)	常磐炭田泉地域	730
〃	(Ⅴ)	釧路炭田新縫別地域	730
〃	(Ⅵ)	石狩炭田空知区東芦辺地域	1,330
〃	(Ⅶ)	釧路炭田北西部	1,330
〃	(Ⅷ)	雨竜—留萠	2,930
〃	(Ⅸ)	佐世保市南西部新	1,330
〃	(Ⅹ)	新潟県赤谷	1,330
〃	(Ⅻ)	佐世保市西南部地域ならびに説明書	1,760
〃	(XⅢ)	天北炭田地質図	4,190
		天北炭田炭層対比図炭柱図	2,650

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 760円　　第一地帯　880円
第二 〃　1030円　　第三 〃　1180円
並製 3,780円

写真 1

西オーストラリアの現生ストロマトライト

先カンブリア界に多いストロマトライトの成因は，ラン藻類の関与する**潮間帯堆積作用であるということ。その考えの発達をつくった**のが，この西オーストラリア，シャークベイの**現生ストロマトライトの発見・研究**である。高塩分海水の洗う浅い潮間帯に，オシレーション・リプルマークと**直交する方向にのびるロー**ブ状（写真1，3）〜マウンド状（写真2）の構造ができ，**ナイフで切ると，美しい縞模様の**ラミネーションがみえる。（1976年7月浜田隆士撮影　PHOTO by T. HAMADA）

地学雑誌 89, 5 (1980)

琵琶湖底掘削研究
—その現状と将来への展望—
〔II〕

堀　江　正　治*〔編〕

Deep Drilling Study of Lake Biwa

ed. Shoji HORIE

VII. 琵琶湖底堆積物中の無機化学，有機化学，安定同位体化学の研究

湖の各時代の湖沼型指示者として化学的には先づ無機化学の組成を挙げなければならない。しかし化学的組成を大局的に考察するためには，化学種全般についての分析，研究を必要とする。小山睦夫（1976）はこうした見地から各種元素の分析値にもとづいて，元素間の相関係数を求めるとともに，元素分布のパターンと湖盆の形状，湖底表面堆積物と柱状試料における諸元素の存在比の相違点や類似点を解析してきた。その結果，湖岸部と湖心部の試料にはナトリウム，カリウム，鉄，マンガン，ヒ素等に大きな差があること，湖岸部でも西部の試料はトリウム含量が大きいこと，特異な試料を除いて柱状試料の大部分は湖心部の堆積物に近いこと，表面試料を基準として求めた柱状試料の相対濃度比が大きい元素から順に並べると，Sc≳Cr>Fe>Co という序列が得られること等が明らかとなった。そこで，このような存在比が如何なる因子に関連づけられるかを考察してみる。一般的に言って，新生堆積物の組成はつぎのような諸要因によって影響されるであろう。すなわち，1）湖をとりまく土壌や岩石の種類，湖の形状，流入流出河川の水量とその流れ，湖水や地下水の動き，気候等の物理学的ないしは地質学的因子。2）河川水や湖水の塩分，pH，酸化還元電位，有機物の種類とその濃度等の化学的因子。3）湖水中の生物種と生産性等の生物学的因子。堆積物の元素組成はこれらの因子が直接および間接的に複雑に影響しあった結果の産物である。

この見地からさらに多層準にわたる試料の分析が小山を中心として続行されている。

小林　純等（1975）は，一方，ボーリングによって得られた 200m の柱状試料のうち37点，および湖全域にわたる表面堆積物のうち14点を試料として，ヒ素，カドミウム，鉛，亜鉛，銅およびマンガンの含有量を原子吸光分光光度法により定量した。その結果，過去数十万年間に堆積したと考えられる 200m コアサンプル中の重金属量は，風乾物中でヒ素 9～58ppm（平均24ppm），カドミウム 0.24～1.36ppm（同0.44 ppm），鉛18～43ppm（同27ppm），亜鉛 98～160ppm（同 133ppm），銅 34～66ppm（同52ppm），マンガン 620～5,300ppm（同1,800ppm）であった。このうちほぼ30万年前の堆積と推定される深さ130m の試料中でカドミウム，マンガンが共に最大値を示したことは，その堆積時に環境異変が生じた可能性を推測させる。このような地質時代中における天然の重金属蓄積の状況を明らかにした点，小林等の大きな学問的貢献であることが国内，国外を通じて評価されている。

他方，琵琶湖堆積物についての有機地球化学的研究は，過去数年間に飛躍的な進歩を遂げた。

堆積物に存在する有機物の研究は，主として石油資源との関連にもとづきなされてきた。また一方では，古い堆積岩に存在する有機物の痕跡は生物進化の情報をもたらしている。生物の化石にかわって有

* 京都大学理学部琵琶湖古環境実験施設
Institute of Paleolimnology and Paleoenvironment on Lake Biwa, Kyoto University.

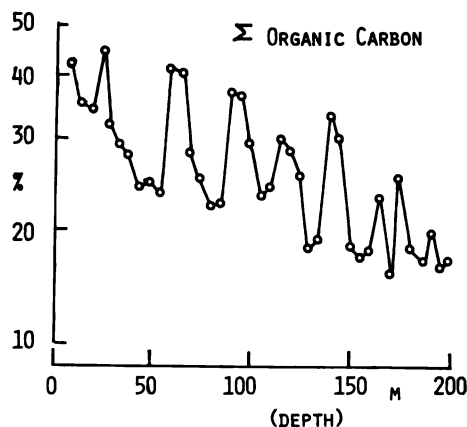
機化合物が過去を証明することが可能であれば，化石が発見されない場合の過去の推定が容易となるであろう。しかしながら，生物環境と有機化合物との関係については，過去についてはおろか，現代の水環境中でも不明の点が多い。

琵琶湖柱状試料について，生物学，地質学，鉱物学，地球物理学などの多くの分野の研究者が古環境の推定をめざして協同研究を行っている。有機地球化学の分野に属する我々にとっては，これらの他の分野から得られる情報によって，有機化合物と環境との関係を明らかにすることができる点で多大の期待をこの協同研究に寄せているのである。我々にとっては，200万年もの間，堆積物として水の中で保存された状態での有機化合物の分析は，理想的と考えている。

堆積物中の有機物は特別な化合物（例えば人工物質など）を指標としない限り，その起源を推定するのが困難である。そのおもな理由は，有機物が分解し易いものであること，ならびに，外来性と現地性の有機物の分離が困難であることなどである。さらに，有機物と古環境との関連を求める上での問題は，個々の生物の生産力と気温との関係，ならびに有機物の分解と気温との関係が必ずしも明らかでないことからくる。このような基礎的研究がなされないうちは，正確な古環境推定は不可能であるが，前に述べたように，協同研究の成果をふまえて，これらの種々の問題点を結果的に解決せざるを得ない。

いくつかの柱状試料が得られているが，ここでは200mの試料に限って，分析された有機物について述べたい。分析を行った機関は以下の通りである。名古屋大学水圏科学研究所，東京都立大学および工業技術院地質調査所である。

分析された項目は，全有機炭素量，全有機窒素量，炭水化物，蛋白質（以上，HANDA 1972，1973），全脂質（OGURA 1978），クロロフィルおよびカロチノイド（HANDA 1975），ケロゲンおよび腐植酸（ISHIWATARI 1977），さらに化合物として同定，定量されたものは，アミノ酸，脂肪酸（ISHIWATARI 1973, 1975），ステロール（OGURA 1973），アルコール，炭化水素（ISHIWATARI 1975），炭水化物（HANDA 1977）などである。

これらの有機物に関しては，上に記した論文および“Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene”の1巻から5巻に掲載されているので，詳細はそちらへ譲るとして，それらのうちの概略を述べたい。

第18図　200m コアサンプル中の全炭素に対する有機炭素（蛋白質，炭水化物，リピッドカーボン）比の垂直変化（HANDA 1972, 1973）

堆積物に残存している有機物の量をそれぞれ深さ（年代）に対してプロットしてみても環境との関連はつかみにくい。半田は，蛋白質，炭水化物および脂質の全量が全有機炭素量に占める割合を検討した。その結果，第18図に示すような周期性をもつグラフが得られた。これは，特に蛋白質の変動が他の要素に比して大きいことから得られたのであるが，この図の解釈には二通りあり，全く逆の推定が成り立つ。一つは，気温が高い時には，供給量は多いが分解量も大きいために，全有機炭素量で比をとると，値としては小さくなる。もう一つの考え方は，供給量が多ければ蛋白質，炭水化物として残存する量も分解を考慮しても大きい。従って全有機炭素量の比をとると，暖い時の方が値が大きい。この二つ議論の決着をつけるのは，現在までの研究からは容易ではない。確かに現在の湖の研究では純生産量が負の値を示すこ

とが多いが，湖の底に到着するのは全体の1%以内であっても長い年代では蓄積があるからである。SASAJIMA (1978) はこれを海洋の過去の気温と結びつけて議論しているが，場所が異るとはいえ，少くとも低温の部分については琵琶湖堆積物から得られた有機物の情報－(Σ蛋白質＋炭水化物＋脂質)－炭素／全有機炭素－の極小値と一致している。即ち先に述べた後者の議論が妥当であると見られる。

一方，琵琶湖堆積物から得られた粒度分析の結果，及び，安定同位体炭素の比からも同じ深さで気温の低下を推定する結果が得られている。

脂質についてみると，その変動は絶対量でみると，気候の変動とは一致しないが，有機炭素に対する比をとってみると，先の蛋白質，炭水化物・脂質であらわれた変動がみられた。但し，脂質の場合は，前者の場合と異なり，寒い気候で最大値を示す。一見，前の議論と矛盾するように見えるが，脂質は，蛋白質，炭水化物にくらべて約1/10であるので，これらとは別に考えるべきであろう。

第19図に脂質で得られた結果を示す。脂質に関する気候との関係については，海洋のプランクトンについて，JEFFERY (1970) が総括している。それによると，同じような湧昇流があり，生産力の高い北極海とメキシコ湾において採取された海洋プランクトンを比較すると，前者では有機炭素の40～50%が，また，後者では10～20%が脂質であった。このことだけで，寒い時には脂質が多いと結論するのは早計であるが，先の堆積物から得られた結果とはよく一致する。この脂質の結果を蛋白質及び炭水化物の合計で割ると，先のプランクトンの議論に近づけることができる。これを同じ第19図に示す。第19図の上部の蛋白質，炭水化物の合計から得られた結果と逆の関係が明らかとなる。脂質および蛋白質，炭水化物でみられる150m および160m での著しく寒い気候は，先に述べた粒度分析・安定同位体炭素では得られていない。が，花粉分析の結果では一致している (FUJI, et al. 1977)。

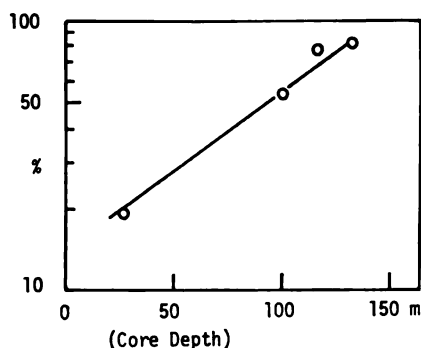
第19図　200m コアサンプルの5m 間隔における全リピッドカーボンの変化，全有機炭素に対する全リピッドカーボン比，炭水化物，プロテンカーボン総量に対する全リピッドカーボン比，全有機炭素に対する炭水化物プロティンカーボン全量比

以上に蛋白質，炭水化物・脂質から見た気候との関係をみた。つぎに個々の化合物と環境との関連をみよう。

琵琶湖の200m 試料の場合と近い地点で採取された20m の柱状試料（1973年10月）において，不飽和の脂肪酸が保存されていることが石渡（1978年）によって明らかにされた。低い温度で培養された生物から不飽和の脂肪酸が検出されることが知られており，気温との関係を堆積物の年代と合せて議論されてい

る。

次に気候とは直接結びつけることは，現在まだ出来ないが，珪藻から由来するステロールと珪藻の数との相関性が得られたことを報告する。第20図に見られるように，二つの回帰直線が得られた。二つの直線の境界は74m であるが，微化石の分析によると，この中間の83m で種の著しい変化があったことが森によって報告されている（Mori, 1974)。

第20図 珪藻と植物性プランクトンステロールとの相関

第21図 コレステロール，コレスタノール総量に対するコレスタノール（5α-コレスタン-3β-ol）のパーセンテージの垂直変化

次に有機物の構造の変化について若干述べたい。200m 試料では，有機物の著しい変化はみられていない。一たとえば，炭化水素の生成といった変化である一。しかし，炭化水素に変化する中間段階の現象がいくつかみられた。

脂肪酸についてみれば，カルボキシル基が2個ついた脂肪酸（ジカルボン酸）が56m から85m の間で増大し再び減少していることが石渡（1975）によって明らかにされた。脂肪酸は脂肪，ワックスの成分として，また，膜構成物質として生物界には多量存在しているが，堆積物中では，他からの変化，例えばアルコール，フィトール，炭化水素からも変化してくる。ジカルボン酸が柱状の途中で増大していることについては，おそらく分解の中間段階を示すのであろうが興味深い。

次にステロールに類ついては，明らかに構造が変化しているのがみられた。自然界に多い5の位置の二重結合が飽和され，スタノールに徐々に変化していることが第21図によって示される。これは表層でできたスタノールがステノール（二重結合をもったものをここでは示す）より分解速度が遅い，即ち保存され易いということだけでなく，ステノールから明らかに変化している。Green River Shale (5000万年前)では，スタノールが主として検出されることからみて，堆積物中での変化があったことが予想される。

地球上で最も多く存在している有機物であるケロゲン（石渡 1977）は第3表に示すように，130m ですでに全有機炭素の65%を占めていることがわかった。一方，フミン酸は，11m では全有機炭素の4.3%を占めていたが，それ以深では検出されていない。このような水と共存している堆積物においても，地質学的にみて，早い時期にほとんどの有機物がケロゲンに変っていることとは興味深いことである。

以上の他に，ペリレン（芳香族炭素），アミノ酸，クロロフィル，カロチノイド，炭水化物など，興味深い結果が多くあるが，ここでは紙面の都合上割愛させていただきたい。

なお，ここに述べた環境と有機物との関係は，現在まだ断定する程の論拠に乏しく，今後，逆の結論が導びかれる可能性もあることをおことわりしたい。先に述べたように，環境と有機物との関連をより明確にするためには，現在の生物と有機物との関係，水中生物から堆積物への移行の過程，および分解の問題等，検討すべき点が残されている。しかしながら，堆積物の有機物から，このような多くの結果が得られ，しかも，まだ継続して得られている事実から，最終的には，もっと多くの資料（有機物以外の）に基

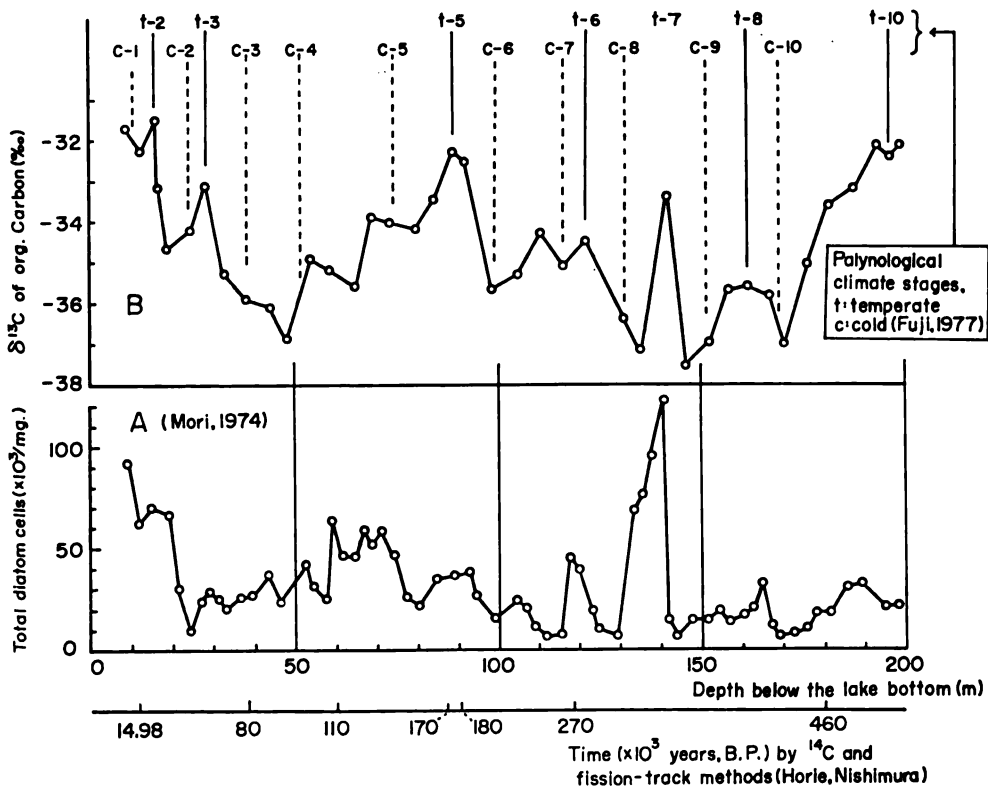
第3表 琵琶湖堆積物中の腐植酸とケロゲンの量(ISHIWATARI 1977)

Depth m	Total organic matter* mg/g	Kerogen		Humic acid	
		mg/g (ash free basis)	%of TOM	mg/g	% of TOM
11	16.2	1.00	6.2	0.70**	4.3
45	10.2	0.59	5.8	0.0	0.0
56	11.0	1.31	11.9	0.0	0.0
130	6.6	4.2	64	0.0	0.0

* TOM=(Total organic carbon determined by HANDA (1972)×1.6

** Ash content was not determined.

づき，正確な記述ができるようになると信ずる。

湖成堆積物から古気候の変遷を知る上で古水温の測定が成し得れば，花粉その他の微化石分析や，化学分析結果と総合して古環境を推定する上で極めて大きな役割を果すことになる。海洋堆積物では既に酸素同位体の研究が進み，古海水温の変動の幅について氷期，間氷期との関連を疑うことはできない。しかし湖水ではこれを如何にして推定するかについて中井信之は炭素の安定同位体比を適用することを試みた。この中井のアイデアを諸資料に基いてまとめてみると次のようである。

第22図 琵琶湖堆積物の有機炭素 δ^{13}C (a) と珪藻化石数(MORI 1974) (b) の垂直変化

同位体地質温度計による古気候の推定は，主として深海底堆積物中の有孔虫が用いられているが陸上の淡水湖堆積物は斯学にとって独自の研究価値を有している。すなわち，1) 海洋には大量の水があり熱容量が大きいため，気候の変動が忠実に水温に反映し難い。2) 海洋では海流の影響が水温を大きく左右する。3) 深海での堆積速度はせいぜい数cm/1,000年であるのに比べ，湖のそれは桁違いに大きくて（琵琶湖で30～40cm/1,000年），細かい年代単位で変動を追跡できる。

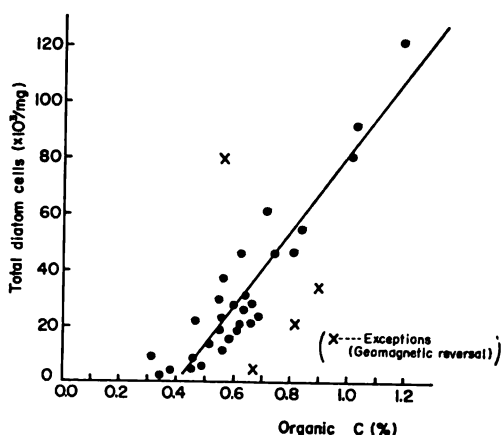
堆積物の有機炭素含量とその $\delta^{13}C$ を測定した結果，両者とも深さとともに大きく変動し，前者は0.3～1.2%，後者は－31～－38%を示した。第22図-a は，$\delta^{13}C$ の垂直変化を深度と年代スケールを用いてあらわしたものである。図には示さなかったが，有機炭素含有量と $\delta^{13}C$ 値の垂直変化に明らかな相関がみられる。すなわち，例外なく有機物含量が相対的に大きくなると $\delta^{13}C$ 値も大きく重い炭素 (^{13}C) が多くなる。

堆積有機物は大部分過去に湖水中に棲息していた生物の遺骸であると考えられる。そこで第22図-a でみられる $\delta^{13}C$ の変動の意味について考えてみることにする。光合成過程で CO_2 を同化する場合，Kinetic isotope effect により常に $k_1/k_2>1$ であり，さらに k_1/k_2 比は温度（正確には水温）すなわち生産速度により変化する。この場合，一定の $\delta^{13}C$ 値をもつ炭酸（大気中の CO_2 は－7～－9%）が同化されると，温度すなわち生産速度によって生産有機物の $\delta^{13}C$ 値が変動することになる。以上をまとめると第4表の

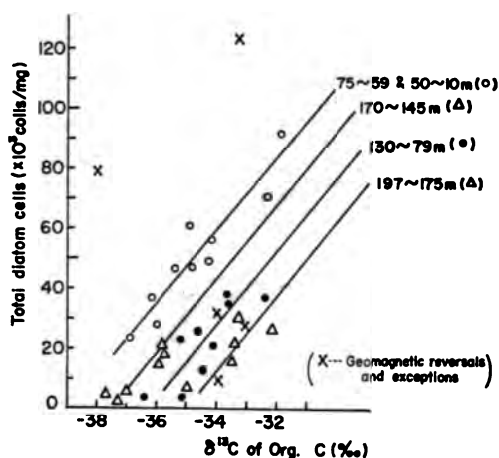
第4表　水温と生産有機物の炭素同位体組成の関係

光合成時			堆積物への記録	
水温	生産速度	$\delta^{13}C_{CO_2}-\delta^{13}C_{Org.}$	堆積物の有機物含量	有機物の $\delta^{13}C$
温暖	速い	小さい	多い	大(^{13}C に富む)
寒冷	遅い	大きい	少ない	小(^{12}C に富む)

ようになり，温暖期と寒冷期に生産された有機物では $\delta^{13}C$ 値が異なりそれが堆積物の中に記録として残されているのである。したがって，第22図-a の $\delta^{13}C$ 変動は地質時代の温暖，寒冷の変化に対応するといえる。

光合成活動と直接関係をもつプランクトンの繁殖と堆積有機物の含量やその $\delta^{13}C$ との関連性を吟味してみる。MORI (1974) は同じ琵琶湖堆積物コアを用いて，珪藻化石の種を同定しその個体数を調べた。その結果，おもな珪藻の種は *Melosira solida* Eulenstein と *Stephanodiscus carconensis* Grunow の2つで，全珪藻個体数は深さによって大きく変動するが最高120×10³cells/mg にも達している。珪藻個体数の多いのと有機物の $\delta^{13}C$ の大きい値が対応していて，両者の変動はよく似ている。そこで，珪藻化石数と有機物含量の関係をみると第23図のようになり，明らかな相関がある。図の中で例外点があるが，これらはすべて古地磁気の測定から地球磁場の逆転期と一致していることは興味あることである。異常点の原因はさておき，珪藻数の多い時期には有機物も多量に残されていることを示した。

第23図　琵琶湖堆積物中の珪藻化石の個体数と有機物含有量の関係

つぎに，珪藻化石個体数と有機炭素の $\delta^{13}C$

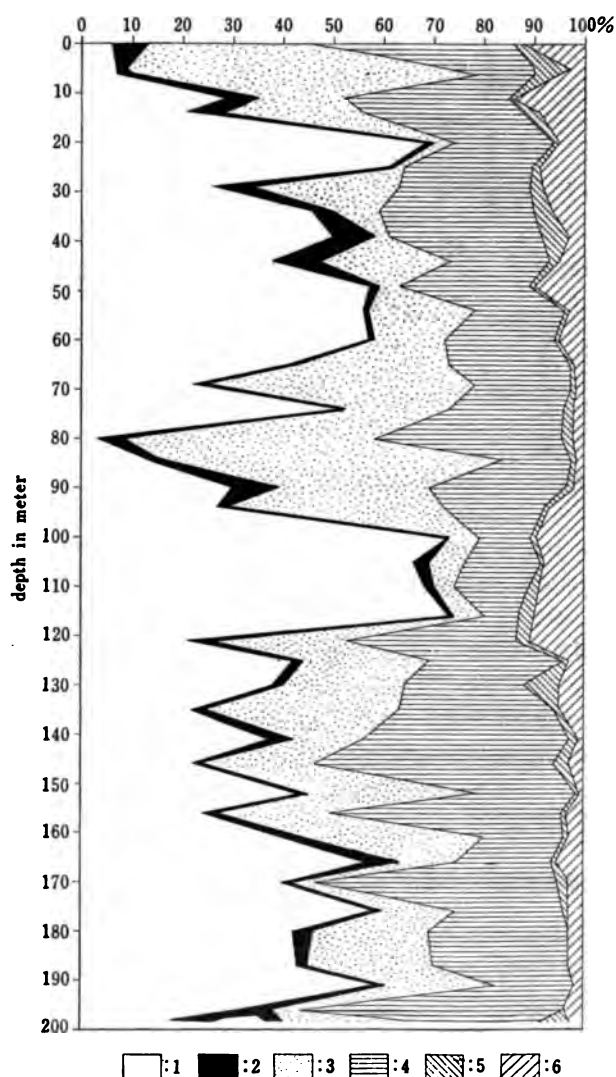
値の間の関係をみると第24図のようになる。この図で一見全体的に相関がないようであるが，深度を10～50m, 59～75m, 79～130m, 145～170m および175～197m に区切ってみると，それぞれの限られた厚さの堆積物に関して両者の間に直線関係があり，4本のたがいに平行な直線が引ける。そして興味あることは例外点（×印）はすべて Geomagnetic reversal にあたる点であることと，これらの点を境にして浅部と深部で異なる直線になることである。地球磁場の変動が何らかの形で生物活動に大きな影響を与えたことが推測される。いずれにせよ，珪藻化石個体数が過去の生物の繁殖度を代表するものであり，水温と関係するものと考えると，ある限られた期間での $\delta^{13}C$ の変動は水温を反映しているとしてよいことになる。すなわち，珪藻化石数の多い温暖期には $\delta^{13}C$ 値は相対的に大きくなる。この珪藻化石との対比から，堆積有機物の $\delta^{13}C$ 値が過去の温度を反映していることがさらに明確になった。

第24図　琵琶湖堆積物中の珪藻個体数と有機物の $\delta^{13}C$ の関係

最近花粉分析の結果がまとめられた（FUJI and HORIE 1977)。その結果は 200m コアの過去56万年の間に10回の温暖ステージと12回の寒冷ステージがあったことを示している。そして温暖ステージと寒冷ステージをそれぞれ t-1, t-2, ‥‥および c-1, c-2, ‥‥と名づけられた。これらのステージを第22図-a に書き加えてみると，図からわかるように温暖ステージはすべて $\delta^{13}C$ 値が相対的に大きくカーブの山にあたり，寒冷ステージは $\delta^{13}C$ 値が相対的に小さくカーブの谷に一致している。ただし，2，3の一致しない例外はある。このように，$\delta^{13}C$ の変動は，花粉分析の結果ともよい一致を示した。

このような研究結果に基くと，炭素同位体が湖底堆積物研究において優れた古水温のパラメータであることが理解されよう。こうした古水温測定のユニークな成果を基礎として，氷期，間氷期の気温変動のアンプリチュードが明確になったのである。

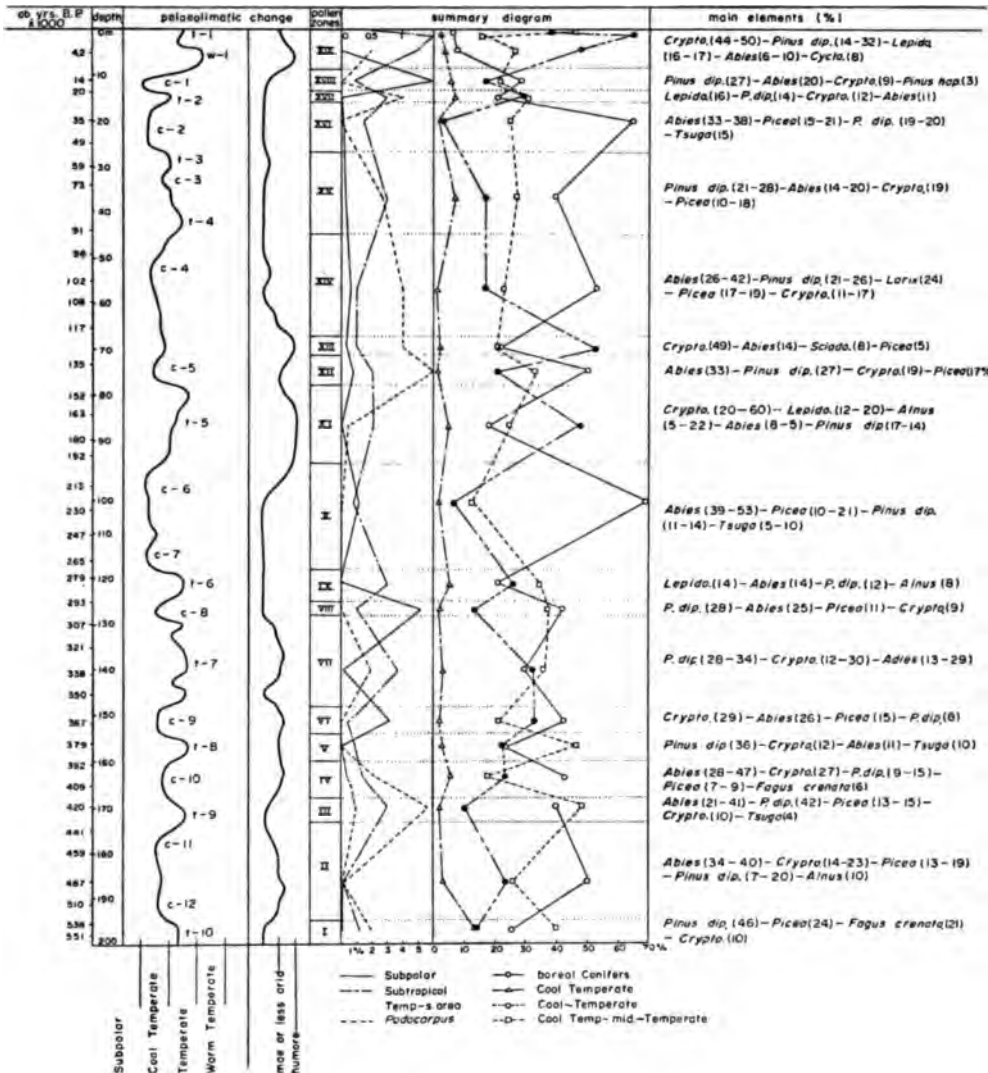
VIII. 琵琶湖底堆積物中の花粉学的研究

琵琶湖底から採取したボーリング・コア全体についてのおおよその気候変化を知る必要上，古地磁気測定，化学分析，動物微化石分析などの試料と同じ試料を採集すべく，一応，5m 間隔で，計約40個の試料を得，分析に供した。コア試料の最下低の絶対年代は，コアの中に含まれている火山灰薄層のフイッション・トラック法によって測定した値の外挿(がいそう)によって，約56万年前（KANARI, et al. 1975）である，と推定した。これら試料中に含まれている花粉化石を古気候解析のための基礎資料にすべく，気候帯ごとの植物群の構成要素が深度によってどのように変化するかをまとめると，第25図のようになる（FUJI 1974, FUJI and HORIE, 1977)。この図では，左側にボーリングの現湖底面からの深度がメートル単位で記入してあり，上段には，これら検出された植物群の頻度が%で記入してある。この図に示されているように，例えば，寒冷系針葉樹は20m, 35～60m, 100～115m などの層準で高率を占めている。これに反して，温帯系の植物は，これらの深度の層準では，低率を示している。つまり，これらの層準の時代には周琵琶湖地域では，気候が寒冷であったことを暗示している。

花粉分析によって検出された植物の組み合せから，5m 間隔ではあるが，過去約60万年間の古気候の変遷が推定された。その結果は第25図（FUJI 1974, FUJI and HORIE 1977）に示される。この図で，W

第25図　琵琶湖底より採集した約200m 柱状試料の花粉構成とその変化（FUJI 1977）
1：寒冷系針葉樹，2：冷温帯系植物，3：冷温帯～温帯系植物，4：冷温帯中部域～温帯系植物，5：亜熱帯系植物，6：草本類

の記号の付してあるのは現在よりも温暖であり，t は現在位，c は寒冷期を暗示している。つまり，琵琶湖周辺では，過去50余万年間に前後12回もの寒冷期のあったことがわかった。これらのうちで，少なくとも10回は年平均気温で7～8°C も低下した，いわゆる大氷河期で，今日の周琵琶湖地域が，現在の帯広一帯の気候と植生のようであったことが推定される。

この琵琶湖底堆積物の秘めていた古気候の変化を，カリブ海の深海底堆積物中の有孔虫グロビゲリノイデス・サッカリファーとグロビゲリノイデス・ルバーの殻を利用して酸素同位体 ^{18}O と ^{16}O 比を求め，古水温を求めたカーブ，(EMILIANI and SHACKLETON 1974) および，数理気象学者のミランコビッチによる過去40万年間の北緯60°～70°地帯における太陽日射量変化曲線（DANSGAARD et al. 1971, DREIMANIS et al. 1972）と比較したのが第27図（FUJI 1974, FUJI and HORIE 1977）である。

エミリアニー教授によるカリブ海の研究成果（EMILIANI and SHACKLETON 1974）を，既知の氷河期・間氷期と比較すると，1—後氷期，2—ウルム晩氷期，3—ウルム亜間氷期，4—ウルム早氷期，5—リス・ウルム間氷期，6—リス氷期，7～8～9—ミンデル・リス間氷期，10—ミンデル氷期，11～12～13—ギュンツ・ミンデル間氷期，14～15～16—ギュンツ氷期といわれているが，絶対年代については若干疑問の余地があるように思われる。その点，既述のように，琵琶湖のカーブにおいては，炭素14による年代測定が3層準で，フィッション—トラック法によるのが6層準においてなされている。従って，この種の堆積物の年代測定としては世界的にみても精度

第26図 200m コアの５m 間隔試料の花粉分析解析カーブと気候解析（FUJI 1977）

の高いものと判断できる。

琵琶湖のカーブ（FUJI 1973, FUJI and HORIE 1977）の c-1 と c-3 の，明らかにウルム晩氷期とウルム早氷期に対比される。t-4 は絶対年代上からは，リス・ウルム間氷期に対比されると思われる。しかし，c-4 寒冷期はカリブ海の６期（EMILIANI and SHACKLETON, 1974）に対応するが，c-5 寒冷期に対比される寒冷期がカリブ海の方のデータには見あたらず，その理由の解明については今後の課題である。約17万～21万年前の t-5 はカリブ海の７期に対比され，ミランコビッチの太陽日射量変化曲線（DREIMANIS et al. 1972, 川井他1978）にも対比され，よく一致する。c-6 層準の寒冷期は，ミランコンビッチ曲線には対比されるが，カリブ海の $\delta^{18}O$ 曲線（EMILIANI and SHACKLETON, 1974）には認められず，８期は c-7 層準に対応するようである。t-7 層準の温和期は冷温期を数回伴い，カリブ海の９期に対比され

第27図 200m コアの気候変化解析カーブ，カリブ海のδ^{18}Oによる古水温変化カーブ（エミリアニー 1974）およびミランコビッチ太陽日射量変化カーブの比較

る。c-10層準の寒冷期がカリブ海の水温曲線の何れに対比されるかは，今後の課題である。c-12層準の寒冷期は14期の寒冷期に対比され，そして，t-10層準の温和期はカリブ海の15期（EMILIANI and SHACKLETON 1974）に対応する，と判断される。

以上のように，琵琶湖底堆積物の花粉分析の結果（FUJI 1974, FUJI and HORIE 1977）とカリブ海からの結果（EMILIANI and SHACKLETON 1974）を比較すると，約30万年前から現在までの気候変化については，多少の差違はあっても，大勢においてはよく似ている。

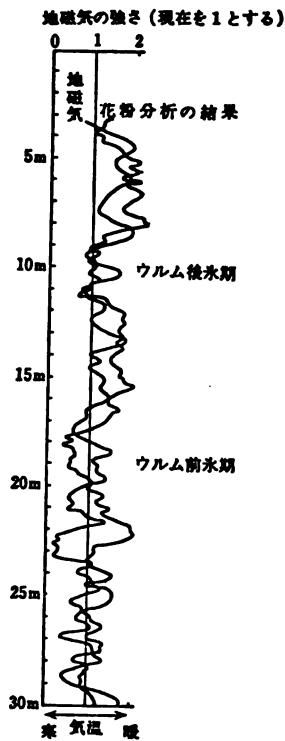
琵琶湖からの5m間隔で1g（乾燥）づつ採取した試料中に含まれている花粉粒の絶対数を，約6カ月間に亘って算定した結果を，前述のカーブ，および同じ試料中の有機炭素の中に含まれている $\delta^{13}C$（NAKAI 1972）と比較すると，第28図のようになる。気温上昇期には1g当りの試料中の花粉粒の数も多く，寒冷期には少ない。その理由については，種々の理由が考えられるが，現時点においては，十分な説明がなされるまでには至っていない。今後の検討課題である。

次に，琵琶湖の現湖底から約60m（絶対年代で約11万年前）までの試料について，間隔12～13cmごとに採取した試料について分析した結果（FUJI 1974），第29図に示すような気候の変化がわかった。絶対年代と気候変化のパターンとから詳細な地質時代も決められている。

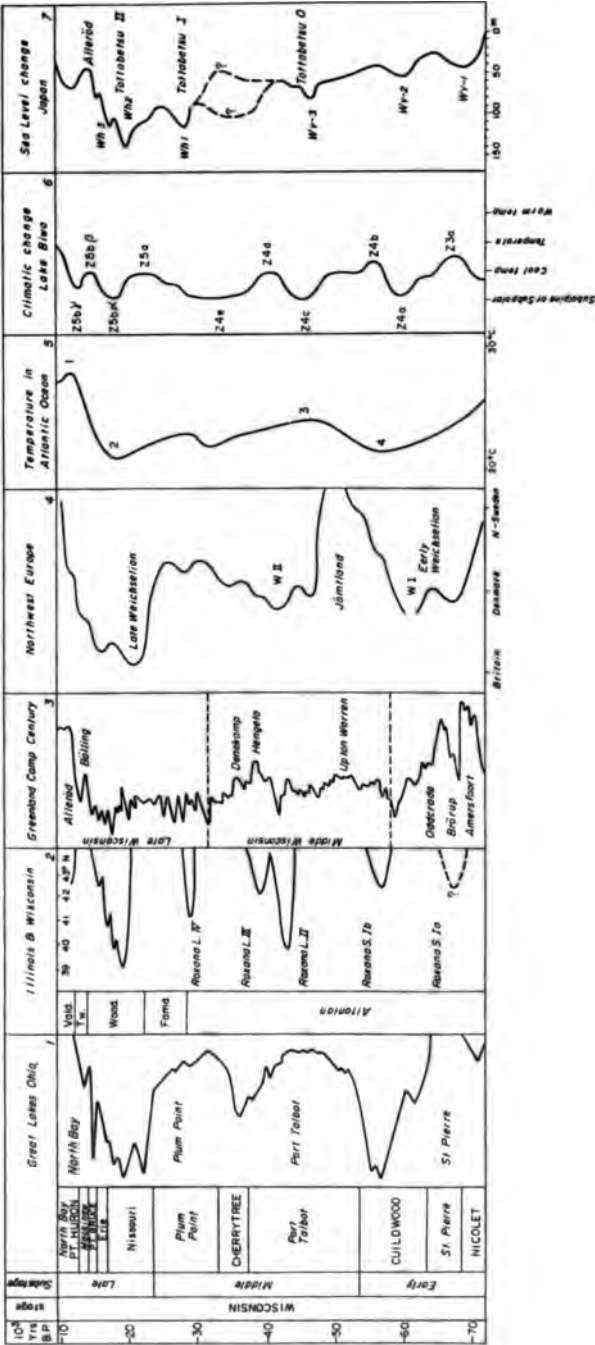
因みに，ドンスガードがグリンランドの氷床でボーリングして得た氷柱試料の $\delta^{18}O$ から求めた気候変化（DANSGAARD et al. 1971）に比較すると，後期ウイスコンシン氷期の始期のくい違いを除いて，寒暖の変化はよく似ている。

第28図　$\delta^{13}C$ の変化(左)，花粉分析にもとづく気候変化(中)，および試料1g中の花粉絶対数(右)，の比較

この琵琶湖からの気候変動と同一試料に基づく古地磁気の強さの変動（KAWAI et al. 1972, 川井他，1978）とを比較すると，第30図のようになる（FUJI 1973, 川井他，1978)。気候の変動と古地磁気の強度変化の双方を比べてみると，次のような興味あることがわかった。すなわち，第30図（川井他，1978）に示すように，地磁気強度が変化すると，その変化にやや遅れて，これを追うように気候変化が現われる。地磁気強度の弱い時期には，寒冷気候が襲来している。強い時期には，温暖気候になっている。その理由には，川井直人（1978），(川井他 1978）が述べるような，地球磁気圏の収縮と拡大とが関連し，太陽や宇宙からの電子と陽子とが氷晶核として大気の大循環に作用するのかも知れないが，他方，地球磁気圏の収縮により，帯電粒子が地球上層部の大気中の水蒸気に作用して，OH 分子が形成される。このOH 分子が O_3 に作用して，オゾン層を乱し，それが大気圏と成層圏，あるいはさらに高層の圏界面に影響を与え，結局，大気圏の大循環に異常を興している，と考えられる。この異常が気候の変化の起因である，という説（KIND 1969）もなりたつ。これらの説が正しいかどうかは今後の研究に待たねばならない。

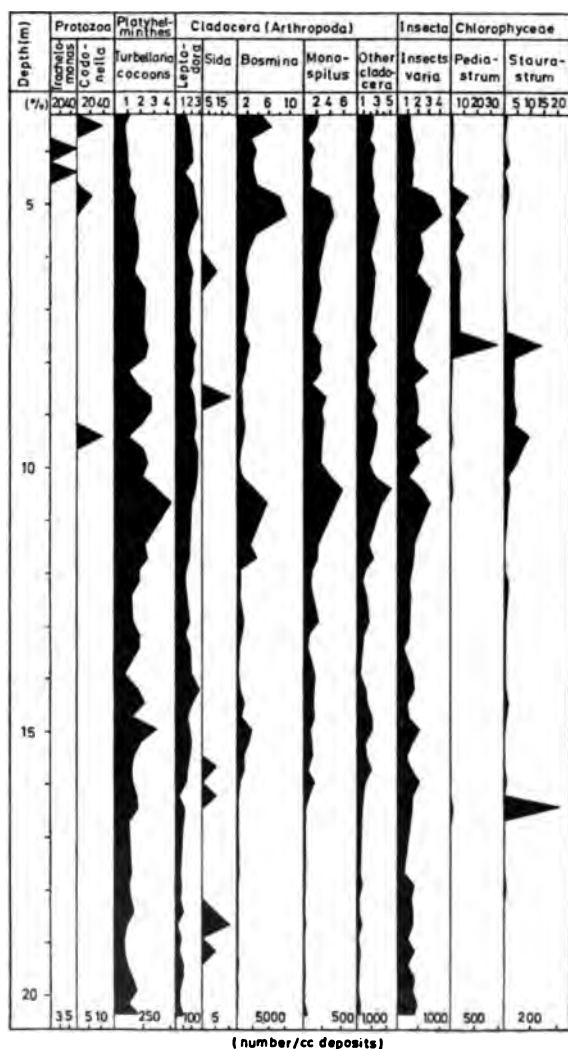
第29図 琵琶湖底堆積物の上部約60m（約10万年間）の気候変化（FUJI 1977）とグリンランドの氷底からの氷柱状試料中の δ^{18}O に基づく気候変化との比較（DANSGAARD et al. 1971）

第30図　花粉分析にもとづく気候変化（FUJI 1972）と古地磁気の強さの変化（川井ら 1978）との比較

最後に，過去約7万年間における琵琶湖の試料からえた気候変化を，現在までに報告された世界各地のいろいろの方法による気候変化の成果と比較したのが第31図である（DANSGAARD et al. 1971, DREIMANIS et al. 1972, EMILIANI and SHACKLETON 1974, FUJI 1974, FUJI and HORIE 1977, MALAKOVSKY et al. 1969, WILLMAN et al. 1970）。

琵琶湖の気候変動のカーブは，13cm間隔でえた成果にすぎない。しかし，その精度においては他の地方でえた結果と十分対応しているのがうかがえる。琵琶湖からのボーリング・コアに

第31図　世界各地における氷床の発達（1：DREIMANIS ら 1972, 2：WILLMAN ら1970, 4：MALAKOVSKY ら1969），気候（6：FUJI 1977），気温（3：DANSGAARD ら 1971, 5：EMILIANI ら1974），および海水面（7：MINATO 1972）の変化の過去7万年間の比較。各図とも，左側が寒冷・低海水面を意味する

ついては，間隔1 cm 毎（約20年毎）の気候変化のカーブを，近き将来において提示できよう。それは，今までにかってなかった，あるいは，将来においても求め得ることのできない，世界で最も精度の高い気候変動のカーブとなるであろう。

IX．琵琶湖底堆積物中の微化石の研究

湖沼生物の生命活動は湖沼の誕生とともにはじまるが，これらの生物は死ぬと個体はやがて分解し消滅する。しかしながら，生物体の固いもの，例えばキチン質よりなる甲殻類の殻や，硅酸質を主成分とするものなどは分解されることなく，やがて化石となって残る。それらの化石について種類や分布，あるいは生態などについて研究するのが微化石研究で，湖沼の微小動植物群を対象とし，古陸水学研究の一環をなす。

第32図　コアサンプル3.5m～20.5m の間における微化石層序

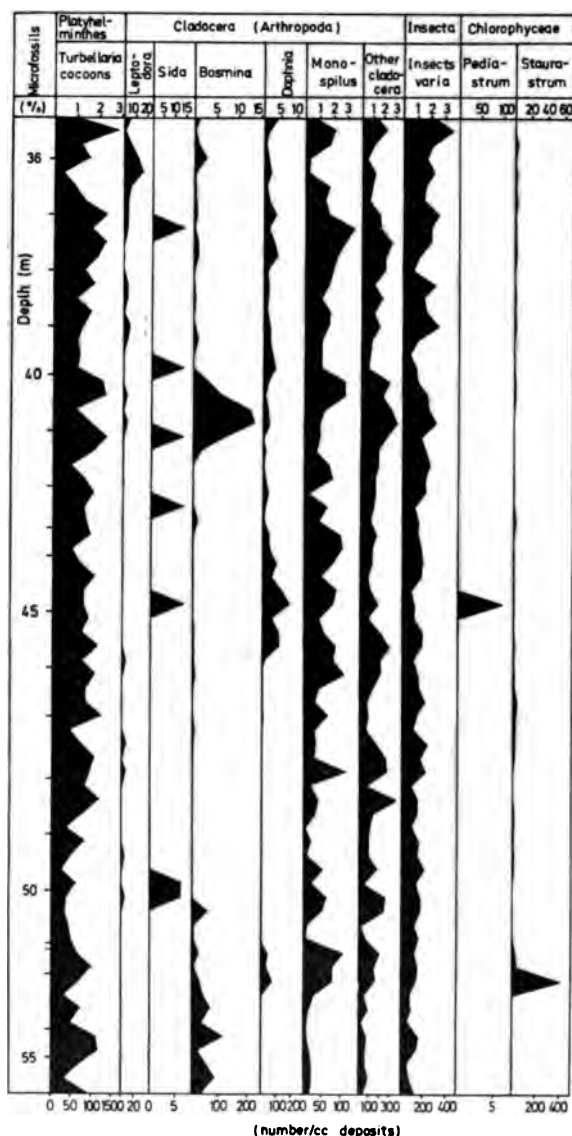
本記載は琵琶湖200m 資料に基づく微化石研究で，すでに5 m 間隔による解析結果（門田 1973）や，25 cm 間隔による55.5 m 以浅の結果（KADOTA 1974, 1975, 1976）については報告済みであるが，ここでは従来の解析結果にその後に得られた若干の成果を加味して報告する。

微化石生物の定性定量を行う為のスライド標本は先ず，堆積物の0.5cc を試験管に取り，HF を10cc 加えてよく攪拌し，24時間放置する。次にそれを遠心分離して HF を除去し，10 % HCl を 10cc 加えて20分間70°C に保つ。その後，これを再び遠心分離して HCl を除去し，蒸留水 1 cc を加える。こうして処理したサンプルから0.05cc をスライド上に取り，グリセリンゼリーで封入した。

琵琶湖底堆積物中よりこれまでに確認された微化石生物は以下の通りである。すなわち，動物では原生動物の *Trachelomonas* および *Codonella*，扁形動物の Turbellaria cocoons，枝角類の *Sida crystallina*, *Daphnia pulex* type, *Daphnia longispina* type, *Bosmina longirostris*, *Leptodora kindti*, *kurzia* sp. *Oxyurella tenuicaudis*, *Camptocercus rectrirostris*, *Graptoleberis testudinaria*, *Alona affinis*. *Alona guadrangularis*. *Alona costata*. *Alona guttata*, *Alona rectangula*, *Alona intermedia*, *Monospilus dispar*, *Alonella excisa*，昆虫類の *Chironomus* およびその他の昆虫類などが確認され，また，植物では緑藻類の

Pediastrum と *Staurastrum* について研究した(花粉および硅藻類などを除く)。

第32, 33, 34図は 55.5m 以浅の解析で確認した微化石生物を類別的に大別し，その出現量を示したものである。図にみるごとく，原生動物の *Trachelomonas* は4.5m以浅で，また，*Codonella* は9.5m 以浅でのみ出現した。出現層はいずれも不連続で，量的にも甚だ少なく，*Trachelomonas* の最多量が 6/cc であったのに対し，*Codonella* のそれは11/cc であった。Turbellaria の出現量は，これを全般的にみると，深度を増すとともに漸次減少の傾向を示す。最も多かったのは 10.5m 付近の最多量523/cc で，比較的少なかったのは25m～26m, 36.5m および50m 付近であった。*Leptodora* の出現は 25m 以浅では連続的であったが，25m～27.5m 間では不連続となり，とくに 37.5m 以深では出現が不連続であるばかりでなく，出現量もまた甚だ少なかった。なお，出現量の比較的多かったのは21m, 32m および 36m 付近で，その最多量は172/cc であった。*Sida* の出現はいずれの場合も不連続的で，3層以上にわたり連続して出現することはなかった。また，出現量も甚だ少なく，31m 付近にみられた 17/cc が最大であった。*Bosmina* は微化石中最も多いもので，その最多量は 5m付近の7656/cc であった。垂直的には16m以浅で比較的多く，これ以深では著しく減少の傾向を示す。また，出現は23m以浅では連続的であったが，23m～26m の間では不連続となり，特に38m 以深では著しく不連続となる。なお，出現量が比較的多かったのは 5m, 11m, 22.5m, 28.5m, 40.5m および53.5m～55m 付近であった。*Dephnia* の出現は 35.5m～55.5m 間の解析中で確認されたが，これまでの研究から，35.5m 以浅に分布することは明らかである。この間の出現をみると，35.5m～46m 間では出現は連続的であったが，46m 以深では47m 付近と52m～53m 付近にのみ出現した。比較的多かったのは45m および52.5m 付近で，最多量は45m 付近の 132/cc であった。*Monospilus* は殆んど全層にわたって出現したが，量的には比較的顕著な変動を示す。垂直分布をみると，16.5m以浅では比較的多く，それ以深で著しい減少を示す。量的に多かったのは 5m, 10.5m, 21m～22m, 27.5m～29.5m および37.5m 付近で，その最多量は507/cc であった。なお，22.5m, 25m, 26m および 32.5m 付近では出現しなかった。Other cladocera (図に類別されている以外の枝角類) は全層を通じて出現した。垂直的には16m 以浅で比較的多く，それ以深では著しく減少する傾向を示す。なお，出現量の比較

第33図　コアサンプル 20.5m～35m の間における微化石層序

第34図　コアサンプル35.5m～55.5mの間における微化石層序

的多かったのは 10.5m, 26.5m～31.5m, 40.5m および48m 付近で，その最多量は 10.5m 付近の2453/cc であった。Insects もまた全層にわたり比較的多く出現した(最多量1029/cc, 最多深度 5 m 付近)，これを垂直的にみると，出現量は深度を増すとともに漸次減少の傾向を示すが，5.5m, 10.5m, 22m, 28m および 35.5m の各層で比較的多く出現し，反対に26m および 39.5m 付近では比較的少なかった。

緑藻類の *Pediastrum* についてみると，出現が連続であったのは 9 m 以浅で，出現量もまたそれ程多くなかった。出現量で比較的多かったのは 5 m～8m 間で，7.5m 付近の 985/cc がその最大であった。*Staurastrum* は出現が不連続であるばかりでなく，量的にも甚だ少なかった。

以上琵琶湖底堆積物 55.5m 以浅の微化石について記述したが，上述のごとく，微化石の種類およびその量は，湖底堆積物の深度によってかなり変動する。すなわち，これまでの研究によると，*Bosmina* および *Monospilus* の出現は 175m 付近が最初であったが，*Sida* —85m (門田 1973), *Daphnia* —75m (門田　未発表), *Leptodora* —50m (門田　1976), *Codonera* 15m (門田　1973) がそれぞれ最初の出現であった。出現量もまた同傾向で，深層より浅層に向うに従って，漸次その数を増す。例えば，門田 (1973) が行った197.2m コアの微化石解析によれば，180～197.2m の動物微化石は Insects のみで，Turbellaria や Cladocera が出現したのは175m 以浅であった。しかして 175m 以浅の動物微化石は，深層より浅層に向って漸次増加するが，85m 付近より一段とその量を増し，15m 付近を境に著しく増加する傾向がみられた。

つぎに緑藻類 (*Pediastrum* と *Sturastrum*) についてみると，55.5m 以浅における出現量はそれ程多くなかったが，動物微化石の極端に少なかった180m～197.2m 付近で非常に多く，動物が一段とその量を増す85m 以浅で少なくなるという動物の場合とは反対の傾向がみられた。

湖沼生物の種類およびその量は，湖水の富栄養化に伴って漸次増加するであろうことが容易に予想される。しかし琵琶湖の富栄養化の進行は極めて緩慢であって，この特徴は微化石解析の結果からも窺知することができる。

近年，水中生物は水域の富栄養化や汚染・汚濁などで，著しく影響を受けつつある。しかし，これらの水中生物がどのような物質に，どのように影響されているかは殆んど解明されていない。化石は生物の生命活動の移行を自然現象の記録として示しているが，今後，微化石解析を積極的に進めることによって過去における生物の生活状態を明らかにし，かつ，その年代における環境条件の解明がなされれば，生物と環境との関係はさらに明確になるかも知れない。

微化石研究の歴史は甚だ浅く，1958年に FREY によって初めて分類学的に体系づけられた。しかし，近年ボーリング技術の進歩で，深部資料における微化石の定量的研究も行われるようになり，さらにその年代における理化学的解明と相俟って生態学的にも検討が加えられつつある。近い将来には微化石生物の分析的研究や，系統発達の歴史をも探究されることになるものと思われる。

X. 琵琶湖底堆積物中の珪藻化石の研究

従来，珪藻化石の分析は，長期間にわたる湖自体の環境変遷を知る上で重要ではあっても，珪藻自身が湖中環境の個々の変動に対して比較的鈍感であるために，水温変動の解釈に当っては有用ではないとされてきた。これに対して森　忍は，全く別の見地から琵琶湖珪藻の研究を進め，先づ琵琶湖200m コア全層の大局的傾向を次のようにつかんだ（MORI 1974）。

柱状堆積物試料中には，200 種類以上の珪藻が含まれているが，中でも主要で，普遍的な種と認められるのは次に示すものである。

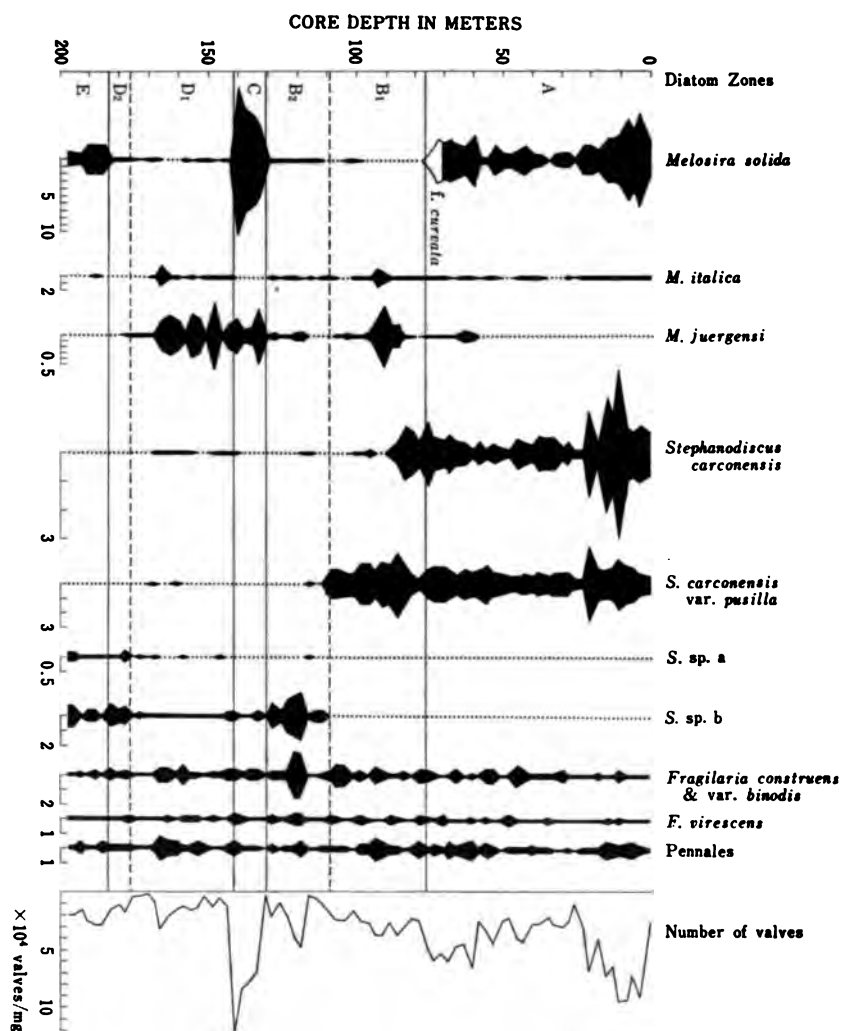
Melosira solida EULENSTEIN
M. juergensi MORI (n. sp.)
Stephanodiscus carconensis and var. *pusilla* GRUNOW
S. astraea? and VAR. *minutula* (Ehr.) GRUNOW
Fargilaria construens and VAR. *binodis* (Ehr.) GRUNOW
F. virescens RALFS

他の珪藻，主として Pennales は量的には極めて少ないが種類は大変多く，各試料中 50～100 種含まれている。

珪藻群集は各層を通じてその性格が変化しており，これらは以下のように5つの硅藻帯（下向順でA～E）に分類される（第35図)。

珪藻帯E（深度197.2～177.5m 層）は *Stephanodiscus astraea*?，その変種 var. *minutula* と *Melosira solida* とに富んだ層である。この帯では当時の気候が温暖で，湖水は中栄養型もしくは富栄養型であったと考えられる。

珪藻帯D（深度174.9～142.4m 層）は珪藻に乏しい層である。ことに深度174.9～167.5m 及び150.5～145.1m の試料中には，珪藻の出現頻度数は 1 mg 中1.0×10^4個体より少ない。しかし，*Melosira juergensi* だけは深度165.3～142.4m 層に多少含まれている。これらのことから，この帯では当時，湖水が浮遊性珪藻類の成長を妨げるほどの典型的な貧栄養型であったようである。

珪藻帯C（深度140.1～132.4m 層）は *Melosira solida* によって優占される層である。当時の気候は温暖で *M. solida* が活発に増殖できる程，湖の栄養化も進んでいたと考察される。コア深度 132.4～129.7m 域では *M. solida* と *M. juergensi* の出現が突然減少しており，またこれが地磁気の逆転 Biwa II（川井他　1972）と一致していることは注目すべき事実である。珪藻帯B（深度 129.7～77.5m 層）は *Stephano-discus* 種に富んだ層である。この珪藻帯Bでは，ことに B_2 亜帯においては湖水面が現在のものよりかなり低く，深度94.9～84.9m 区域を除けば当時の気候は冷温であったと考察される。深度84.9～82.3m 間で *M. juergensi* の出現頻度が急激に減少しているが，これは地磁気の逆転 Biwa I と一致していること，また，B_2 亜帯で地磁気の強度が極めて弱いということは注目に値する事実である。珪藻帯A

第35図　200m コアサンプルに見られる珪藻組成

(深度74.5〜3.3m 層) は *M. solida*, *S. carconensis* とその変種 var. *pusilla* とによって優占される層である。この帯の主な特色は現生の琵琶湖のもつ特色と一致している。それ故この当時の環境は概して今日の琵琶湖とよく似ていたと考えられる。

琵琶湖から採取された柱状試料中に見られた珪藻系列に関する一般的な考察から以下のような結論に達した。

1) 琵琶湖の珪藻群集は，珪藻帯Eで示される古代型から珪藻帯Aで示される現生型へと変遷を示している。その中でも最も推移の激しい層準は深度 110 m 付近で，その年代はおよそ 25×10⁴ 年前と推定される。

2) *M. solida* の変化をみると繁栄した時が4層認められ，その層準では気候が温暖であったと考えられる。

3) 珪藻の出現頻度変動は10～15m 間隔，時間的には約2.5×10⁴～3×10⁴年の振幅が認められる。

4) *M. juergensi* が生存していた時期は，およそ30×10⁴年と推定される。

5) 因果関係にまだまだ未知の部分もあるが今日迄の報告による限りでは，珪藻系列に変遷のみられる層準は川井等 (1972) の報告による地磁気変動の事実と一致していることも明白である。

第5表　地磁気変動と珪藻種変動

地磁気逆転現象	珪　藻　種
B (Blàke イベント)	*M.* cf. *juergensi* の絶滅期
C (第一琵琶イベント)	*M.* cf. *juergensi* の減少期
C-D (弱地磁気)	Bl 亜珪藻帯
D (第二琵琶イベント)	*M. solida* 及び *M.* cf. *juergensi* の減少期

XI. 琵琶湖堆積物研究を中心とする国際研究組織の育成

琵琶湖底には以上に述べたように悠久の昔からの自然環境変遷記録が保存されていると考えられる。我々はこれ迄に湖心部で200m，，年代にして50万年，湖岸部で1,000m，年代にして100万年以上の諸記録の解析に従事してきたが先にも触れたように，近い将来，湖底下深層まで掘削して，そのコア解析により第三紀鮮新世以降の自然環境変遷の跡を明らかにすることを目指している。これは，まさにグローバルな環境変遷史を日本科学者を中心として学際的，多角的な見地から編み上げげるプロジェクトであって，世界の自然科学界に新しい学問分野を開くものである。しかしグローバルな編年といっても，「こと」は決して容易ではない。日進月歩の斯学界にあって諸外国の研究業績を迅速にとらえ，資料の吟味，取捨選択を的確に行うためには，琵琶湖底掘削研究を頂点とした国際的な研究組織をつくり学問的な交流を多国間に図って，情報収集のチャンネルを確立しておくと共に相互に学問的な刺激を与え合うことが絶対に必要である。

こうした意図のもとに，現在堀江が副会長の任を勤めている国際陸水学会の総会 (1974年) で，琵琶湖掘削研究を国際組織のもとに推進する決議が成立した。

RESOLUTION

○*Special working group on international projects on deep coring operations on Lake Biwa and paleolimnological work on relict lakes of the world. S. Horie, Chairman.*

紙面の関係上，詳しいことは別の機会に譲るが当組織では，1975年以降，今日までの4年間に，ポーランド，スイス，米国，カナダ，デンマーク，イギリス，オーストリア，インド，オーストラリア，ニュージーランドの各国で，独自にあるいは国際会議プログラム中の1ブランチとして琵琶湖を中心とする世界の古代型湖底掘削研究集会，シンポジウムを開催してきている。こうした湖底深層掘削研究が世界の学界で定着し得るならば各国での深層コア採取と解析，各大陸間での対比が可能となり，第三紀～第四紀にわたる自然環境変遷機構の解明が進歩することと期待される (HORIE 1974, 1979)。

XII. 結　言

ここに琵琶湖底200m 掘削研究が始まって以来10年間の跡を顧み，深層掘削研究に向けて動き出している現状と将来の展望をまとめて記してみた。何分多分野にまたがる大きなプロジェクトであるので，地学協会各会員の方々の御鞭韃を得て，優れた研究成果を挙げ得るよう，研究分担者，協力者とともに心を新にしている次第である。

終りに臨み，特に御激励をいただいた小林貞一先生，各論のうちで堀江が分担執筆した無機化学，安定同位体化学及び珪藻殻分析について資料提供の労をとられた中井信之，森　忍氏等に感謝の意を表する。

参考文献

DANSGAARD, W. et al. (1971) : Climatic record revealed by the Camp Century ice core. *The late Cenozoic glacial ages*, ed. Turekian, K. K. Yale Univ. Press, 37-56.

DREIMANIS, A. et al. (1972) : Glacial history of the Great Lakes-St. Lawrence region, the classification of the Wisconsin stage, and its correlatives. *International Geol. Congr.* 1972, *Sec.* 12, *Quaternary Geology* ed. GILL, J. E., 5-15.

EMILIANI, C. & SHACKLETON, N. J. (1974) : The Brunhes Epoch: Isotopic paleotemperatures and geochronology. *Science*, **181**, 511-514.

FREY, D. G. (1958) : The late-glacial cladocera fauna of a small lake. *Arch. Hydrobiol.* (Plankt.), **54**, 209-275

——(1964) : Remains of animals in a quaternary lake and bog sediments and their interpretation, *Arch. Hydrobiol.* **2**, 1-114.

FUJI, N. (1973) : Change of climate during the Wisconsin stage based on palynological study of 200 meters core samples of Lake Biwa in Japan. *Proc. Japan Acad.*, **49**, 737-741.

——(1974) : Palynological investigation on 12-meter and 200-meter core samples of Lake Biwa in Central Japan. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **2**, ed. HORIE, S. 227-235.

——& HORIE, S. (1977) : Palynological Study of a 200-meter core samples from Lake Biwa, Central Japan. I: Palaeoclimate during the Last 600,000 years. *Proc. Japan. Acad.*, **53**, 139-142.

HANDA, N. (1972) : Organochemical study on 200 meters core sample of Lake Biwa in Japan. The determination of carbohydrate and organic carbon. *Proc. Japan Acad.*, **48**, 510-515.

——(1973) : Organogeochemical studies of a 200-meter core sample from Lake Biwa, II. The determination of protein and lipid. *Proc. Japan Acad.*, **49**, 265-270.

——(1975) : Organogeochemical studies of a 200-meter core sample from Lake Biwa III. The determination of chlorophyll derivatives and carotenoides. *Proc. Japan Acad.*, **51**, 442-446.

——(1977) : Organogeochemical studies of a 200-meter core sample from Lake Biwa, IV. Identification of Monosaccharides comprising the sedimentary Carbohydrate and vertical change in Monosaccharide composition. *Proc. Japan Acad.*, **53**, *Ser*, *B*. 51-55.

平野　実(1968)：鼓藻類．滋賀県植物誌，北村四郎編：保育社，248-274頁

HORIE, S. (1961) : Paleolimnological problem of Lake Biwa-ko. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto*, **18**, *Ser*, *B*. 53-71.

堀江正治(1962)：バイカル湖史と琵琶湖史上の地質学的問題—特に琵琶湖の出現を中・鮮新世と考える根拠について—．日本地質学会関西支部報，47，9-11.

——(1964)：日本の湖—その自然と科学—．日本経済新聞社．

HORIE, S. (1965) : Late Pleistocene glacial fluctuations and changes of sea level in the Japanese Islands and their tentative correlation with oscillations in North America and Europe. *VIth Internat. Quaternary Congr.* (*Warsaw*, 1961), *Rept.*, pp. 175-184*).

——(ed. 1974)：琵琶湖底全層掘削の国際共同研究計画に関する立案と検討．*International Project on Paleolimnology and Late Cenozoic Climate. —Preliminary Report—* (*IPPCCE Newsletter*) 1，8pp.

堀江正治(1976)：国際陸水学会 (Societas Internationalis Limnologiae) 付置古代型湖深底層掘削 Working Group の活動報告（その1）．陸水学雑誌，**37**，4，148-153.

HORIE, S. (1976) : Lake Biwa sediment stratigraphy and the glacial evidences of Japanese high mountains. *Proc. Japan Acad.*, **52**, 203-206.

堀江正治(1977)：琵琶湖底掘削研究集会をヨーロッパで開催して．学術月報，**30**，8，617-619.

HORIE, S. (1978) : Nomination on the Last Glacial age in Japan—Oriental morainic features and Lake Biwa sedimentary sequence. *Proc. Japan Acad.*, **54**, 213-216.

——(ed. 1979) : 世界の古代型遺存湖底深層掘削の国際共同研究計画に関する立案と検討. *International Project on Paleolimnology and Late Cenozoic Climate.* (*IPPCCE Newsletter*) **2**, 40pp.

IKEBE, N. & YOKOYAMA, T. (1976) : General Explanation of the Kobiwako Group. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 4, ed. HORIE, S. 31-51.

IMAMURA, A. (1928) : On the topographical changes preceding and following the Anegawa earthquake of 1909. *Proc. Imp. Acad.*, **4**, 371-373.

今村明恒(1943) : 姉川地震の前徴について. 地震, **15**, 240-246.

IRVING, E. & MAJOR, A. (1964) : *Sedimentology*, **3**, 135-143.

ISHIWATARI, R. & HANYA, T. (1973) : Organic geochemistry of a 200-meter core sample from Lake Biwa, I. Identification of fatty acids by combined gaschromatography-mass spectrometry. *Proc. Japan Acad.*, **49**, 731-736.

——・——(1975) : Organic geochemistry of a 200-meter core sample from Lake Biwa. II. Vertical distributions of mono and di-carboxylic acids and polynuclear aromatic hydrocarbons. *Proc. Japan Acad.*, **51**, 436-441.

——(1977) : Organic geochemistry of a 200-meter core sample from Lake Biwa. III. Isolation and characterization kerogen and humic acids. *Proc. Japan Acad'*, **53**, 47-50.

——・KAWAMURA, K. (1978) : Organic geochemistry of a 200-meter core sample from Lake Biwa. IV. Variation of fatty acid composition in the upper 5-meter layer. *Proc. Japan Acad.*, **54**, 75-80.

JEFFERY, L. M. (1970) : Lipids in marine waters. In *Organic matter in natural waters*, ed. HOOD, D. W. Institute Marine Science Oceanographic Publication, **1**, 55-76.

門田定美(1973) : 琵琶湖底堆積物の古生物学的研究. 陸水学雑誌, **34**, 2, 103-110.

KADOTA, S. (1974) : A quantitative study of the microfissils in a 200 m core sample from Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **2**, ed. HORIE, S. 236-245.

——(1975) : A quantitative study of the microfissils in a 200-meter-long core sample from Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 3, ed. S. HORIE, 354-364.

——(1976) : A quantitative study of the microfissils in a 200-meter-long core sample from Lake Biwa.In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **4**, ed. HORIE, S. 297-307.

KANARI, S., & TAKENOYA, Y. (1975) : An estimation of the deposition rate of Lake Biwa during the past 560,000 years. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **3**, ed. HORIE, S. 235-240.

KAWAI, N., YASUKAWA, K., NAKAJIMA, T., TORII, M. & HORIE, S. (1972) : Oscillating Geomagnetic field with a recurring reveasal discovered from Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **48**, 186-190.

——SATO, T. & SUEISHI, T. (1977) : The study of palaeomagnetism using the Pacific Ocean sediments. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **5**, ed. HORIE, S. 264-275.

川井直人・池辺展生・藤　則雄・中井信之(1978) : 人類の現われた日. 講談社, ブルー・バックス. 366p.

KENT, D. V. (1973) : Post-depositional remanent magnetization in deep-sea sediment. *Nature*, **246**, 32-34.

KIND, N. V. (1969) : Problems concerning synchroniety of geological events and climatic fluctuations in upper Anthropogen. In *the marine Problems of Anthropogen Geology in Eurasia*. ed. Peive, A. V., 21-35.

小林　純・森井ふじ・村本茂樹・中島　進・寺岡久之・堀江正治 (1975) : 琵琶湖底堆積物中のヒ素, カドミウム, 鉛, 亜鉛, 銅, マンガン含有量について. 陸水学雑誌, **36**, 6-15.

小林貞一(1951)：日本地方地質誌“総論”246-249, 333-339.
小谷 昌(1971)：琵琶湖の湖底地形およびその環境. 琵琶湖国定公園学術調査報告書. 滋賀県, 125-175.
小山睦夫・堀 智孝・高松武次郎・川嶋宗継・奥田 潤・武内孝之・堀江正治・藤永太一郎(1976)：放射化分析による琵琶湖堆積物のキャラクタリゼーション. I. 湖底表面試料および200m 柱状試料における元素分布とその相関について. 陸水学雑誌, 37, 1-11.
KOYAMA, T. (1972) : Geochemical studies of a 200-meter core sample from Lake Biwa. The determination of carbon and nitrogen. *Proc. Japan Acad.*, **48**, 505-509.
熊谷直一(1948)：琵琶湖周囲の重力均衡異常の分布に対する地質学的見解(演旨). 地質学雑誌, **54**, 189-190.
KUMAGAI, N. (1977) : Preliminaries of a Study on the Origin of the Isostatic Gravity Anomalies around Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **5**, ed. HORIE, S. 3-8.
KURODA, T. (1950) : The Present Molluscan Fauna of Japan. *Jour, de Conchybiol.*, **90**, 200-207.
黒田徳米(1950)：日本産現棲貝類 *Venus*, **16**, 1-12.
MALAKOVSKY, D. A. et al. (1969) : Geomorphologie et les deposits quaternaries du nord-ouest de la partie Europe enne de l'URSS. *Acad. d. Sci. URSS. Comm. étud. per quatern., Leningrad*, 219-237.
松下 進(1975)：日本地方地質誌. 近畿地方(改訂版), 東京, 朝倉書店, 379pp.
MATSUSHITA, S. (1976) : Pre-Neogene Paleogeography of the Central Kinki District with Special Reference to the Origin of Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **4**, ed. HORIE, S. 3-9.
MATTHES, F. E. (1949) : Glaciers. In *Hydrology*, ed. MEIZER, O. E. New York, Dover Publications, 149-219.
MORI, S. (1974) : Diatom succession in a core from Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **2**, ed. HORIE, S. 247-254.
——・HORIE, S. (1975) : Diatoms in a 197.2 meters core sample from Lake Biwa-ko. *Proc. Japan Acad.*, **51**, 675-679.
NAKAI, N. (1972) : Carbon isotopic variation and the paleoclimate of sediments from Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **48**, 516-521.
——(1977) : Isotopic studies. In The *Paleolimnology of Lake Biwa during the last one million years*, ed. S. HORIE, *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, (unpublished).
——・SHIRAI, Y. (1977) : Paleotemperature variations in Central Japan based on the stable isotope studies of Lake Biwa sediments and speleothems. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **5**, ed. HORIE, S. 149-164.
中井信之(1978)：安定同位体比による中部日本の気候変動の推定. 海洋科学, **10**, **4**, 263-268.
中村新太郎(1906)：日本の地体構造に関する一考察. 地質学雑誌, **13**, 139-142.
——(1928)：花折断層の予察. 地球, **10**, 327-334.
——(1934)：近畿中部における地質構造線. 地球, **22**, 155-163, 328-337.
NINKOVICH, D., OPDYKE, N. D., HEEZEN, B. C. & FOSTER, J. H. (1966) : Paleomagnetic stratigraphy, rates of deposition and tephrochronology in North Pacific deep-sea sediments. *Earth & Planet, Sci. Lett.*, **1**, 476-492.
NISHIMURA, S. & YOKOYAMA, T. (1975) : Fission-track ages of Volcanic ashes of core samples of Lake Biwa and the Kobiwako Group (2). In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 3, ed. HORIE, S. 138-142.
小藤文次郎(1909)：中国筋の地貌式. 震予報, 63, 1-15.
OGAWA, T. (1907) : On the geotectonic of the Japanese Islands. *Compte Rendu de la Xeme Session du Congrès, Géologique International* (*Mexico* 1906), 1271-1285.
——(1933) : On a type of glacial topography in the northern foot-hills of Tateshinayama, Shinano Province. *Proc. Imp. Acad.*, **9**, 211-214.
OGURA, K. & HANYA, T. (1973) : The cholestanol-cholesterol ratio in a 200-meter core

sample of Lake Biwa. *Proc.Japan Acad.*, 49, 201-204.

——・ISHIWATARI, R. (1976) : Total lipids in the sediments of 200 M-long core samples. II. Observed lipid concentrations. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 4, ed. HORIE, S. 267-275.

——(1978) : Concentrations of total lipids and their significance as an index of Paleoclimates in the 200m long core sample of Lake Biwa. *Proc. Japan Acad.*, **54**, 145-150.

岡山俊雄(1956) : 柳ケ瀬断層と敦賀湾, 伊賀湾線. 駿台史学, **7**, 75-101.

大森房吉(1910) : 本邦大地震概説. 震予報, 68(2), 164-165.

小野有五・平川一臣(1975) : 日高山脈における恵庭a降下軽石堆積物の発見とその意義. 地質雑誌, **81**, 333-334.

小沢儀明(1926) : 西南日本内帯に於ける第三紀以前の地殻変動. 地理学評論, **2**, 153-167.

PORTER, S. C. & DENTON, G. H. (1967) : Chronology of Neoglaciation in the North American Cordillera. *Amer. Jour. Sci.*, **265**, 177-210.

RICHTHOFEN, F. V. (1903) : Geomorphologische Studien aus Ostasien. V. Gebirgskettungen im Japanischen Bergen. Sitz.-Ber. K. Preuss. *Akad. Wiss. Phys.-Math. KL. H. XL*, 26-52.

SASAJIMA, S. (1977) : Paleoenvironmental changes deduced from a 200 M core sample in Lake Biwa, Central Japan; A review. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **5**, ed. HORIE, S. 19-35.

SHACKLETON, N. J. & OPDYKE, N. D. (1973) : Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V 28-238 : Oxygen isotope temperature and ice volumes on a 10^5 year and 10^6 year scale. *Quaternary Res.*, **3**, 39-55.

SKVORTZOW, B. W. (1936) : Diatoms from Lake Biwa, Honshu Island, Nippon. *Philip. Jour. Sci.*, **61**, 253-296.

SMITH, J. D. & FOSTER, J. H. (1969) : Geomagnetic reversal in Brunhes normal polarity epoch. *Science*, **163**, 565-567.

TAKEMURA, K., NISHIMURA, S., DANHARA,T. & YOKOYAMA, T. (1976) : Properties and fission track age of volcanic ashes in the 1,000m core sample of Lake Biwa with special refference to correlation by tephra among 1,000m, 200m boring core samples of Lake Biwa and the Kobiwako Group. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **4**, ed. HORIE, S. 79-95.

TSUBOI, C. (1937) : The water surface of a lake as an indicator of crustal deformation. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **15**, 935-943.

——・JITSUKAWA, A. & TAZIMA, H. (1954) : Gravity survey along the line of precise levels throughout Japan by means of a Worden Gravimeter (V). *Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ. Supplement*, 4, 198pp.

辻村太郎(1929) : 日本地形誌. 古今書院, 455pp.

TSUJIMURA, T. (1975) : Problem on low altitude glaciation in the Japanese Islands. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **3**, ed. HORIE, S. 14-18.

WADATI, K. (1928) : Shallow and deep earthquakes (1). *Geophys. Mag.* **1**, 162-202.

——(1929) : Shallow and deep earthquakes (2). *Geophys. Mag.* **2**, 1-36.

——(1931) : Shallow and deep earthquakes (3). *Geophys. Mag.* **4**, 231-283.

WILLMAN, H. B. et al. (1970) : Pleistocene stratigraphy of Illinois. *Illinois State Geol. Survey Bull.*, **94**, 1-204.

WOLLIN, G., ERICSON, D. B., RYAN, W. B. F. & FOSTER, J. H. (1971) : Magnetism of the earth and climatic changes. *Earth & Planet. Sci. Lett.*, **12**, 175-183.

矢部長克・坪井誠太郎・坪井忠二・久野　久・湊　正雄(1954) : 日本全国の重力測定と日本の地質構造. 科学, **24**, 432-440.

山本淳之・金成誠一・福尾義昭(1973) : 琵琶湖底堆積物の粒度と圧密について. 陸水学雑誌, **34**, 2, 63-74.

YAMAMOTO, A. (1974) : Grain size analysis of bottom sediments and its application to the paleoclimatology in Lake Biwa. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese*

Pleistocene, **2**, ed. HORIE, S. 113-134.

山崎直方・多田文男(1927)：琵琶湖附近の地形と其の地体構造につきて．地震研究所彙報，**2**, 85-108.

横山卓雄(1968)：鮮新世末期における古琵琶湖の変遷．とくに岩相変化と斜層理から知られる古水流系を中心として―．地質学雑誌，**74**, 623-632.

YOKOYAMA, T. (1969) : Tephrochronology and Paleogeography of the Pilo-Pleistocene in the Eastern Setouchi Geologic Province, Southwest Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral.*, **36**, 19-85.

横山卓雄(1973)：琵琶湖の自然史―その序―．*Nature Study* **19**, 3, 2-8.

YOKOYAMA, T. (1975) : Paleogeography of Ancient Lake Biwa in Late Pilocene, deduced from Paleocurrent Directions of Kobiwako Group at Sanagu Area in Mié Prefecture, Japan. 同大理工研報告，**15**, 4, 37-44.

——(1975) : Plio-Pleistocene Kobiwako Group on the West coast of Lake Biwa with special refference to correlation to the 200m core sample of Lake Biwa by tephra. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **3**, ed. HORIE, S. 114-137.

ISHIDA, S., DANHARA, T., HASHIMOTO, S., HAYASHI, T., HAYASHIDA, A., NAKAGAWA, Y., NAKAJIMA, T., NATSUHARA, N., NISHIDA, J., OTOFUJI, T., SAKAMOTO, M., TAKEMURA, K., TANAKA, N., TORII, M., YAMADA, K., YOSHIKAWA, S. & HORIE, S. (1976) : Lithofacies of the 1,000m core samples on the east coast of Lake Biwa, Japan. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, **4**, ed. HORIE, S. 52-66.

YOKOYAMA, T., TAKEMURA, K. & K. MATSUOKA (1977) : Preliminary Report on the Takashima Formation, uppermost Part of the Kobiwako Group, Plio-Pleistocene sediments around Lake Biwa, Japan. In *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 5, ed. HORIE, S. 54-64.

横山卓雄(1978)：琵琶湖の歴史を探る．さまよい続けた500万年．科学朝日，8月号，61-66.

(1980年5月8日受理)

地学雑誌 89, 5 (1980)

フランスにおける農村地理学の動向

手　塚　　章*

Some Trends of the French Rural Geography

Akira TEZUKA

Abstract

Since the beginning of the twentieth century, the rural geography has occupied for a long time an essential part in the French geographical tradition. However, after the second world war, and especially during these two decades, its relative importance has decreased considerably. On the other hand, in parallel with this decline of the relative importance, the French rural geography has been changing markedly as to its research themes and methodology. This changing nature of the French rural geography is basically explained by the rapid economic growth of France and thereby drastically changing nature of the rural space during the post-war period. The first half of the twentieth century of France, which was characterized by the almost complete stagnation of demography, was the last period in which the traditional regional structure remained relatively undisturbed. Areal studies of rural space by the French school of geography have flourished under these circumstances.

In recent years, on the contrary, the importance of agriculture in the rural space becomes increasingly small, in proportion as the urbanization is penetrating everywhere into the countryside and the land utilization of the rural space is diversified. Under this condition, the French rural geography, which was once constituted mainly by research works on the "agricultural structure", is now changing its point of view, emphasizing the analysis of the "rural space". And the research works which are not conform to the traditional style are increasing. On the other hand, as compared with the traditional works which were mainly articulated upon the "regional" scale, the macro scale analysis and the comparative analysis based upon numerical data have been developing in recent years, using the so-called quantitative techniques. Finally, the rapid transformation of the rural space necessitates the appropriate regional planning, which in turn increases the geographers' concern for the applied geography. The movement from the geography as disinterested culture to the geography as socially relevant discipline is a general tendency of the geography.

I. はしがき

19世紀末から20世紀初頭にかけて，農村地域の地理学的研究が本格的になされるようになって以来，フ

* 筑波大学地球科学系 Institute of Geoscience, University of Tsukuba

ランスは数多くの著名な農村研究を生み出してきた。ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュを師とするフランス地理学派は，フランス国内の諸地方や諸外国（主に当時のフランス領植民地）に関する地誌的研究をつぎつぎに発表することで，20世紀前半の世界の地理学界に大きな影響を与えた。地方ごとに主要な農産物を調べて産地の立地を記載・説明しようとする，いわば経済地理学的もしくは商品地理学的な研究にくらべて，フランス学派による農村地理研究の特色は，農業活動とそれを取りまく自然環境や人文環境とを総合的に把握しようとするところにあった。「その地域で営まれている農耕や牧畜が，いかにしてその地域に独特な個性を与えるにいたっているか，が問題とされた。農業は自然環境とのさまざまな結びつきにおいてとらえられ，また経済的，社会的な枠組のなかで記載された。農産物をはじめとして，農業的特性をきわだたせているあらゆる要素によって農業が把握された。地誌的な観点でなされる農村地理学研究は，農業景観の記述や農村の社会構造の分析をともない，また農民の生活様式や広く用いられている農業技術に関しても多くのページがさかれた[1]」。

農村地域のこのような地誌学的研究は，フランスにおける人文地理学研究の中核部分を占めてきたものでもあった。19世紀後半における環境論の隆盛は，イギリスやドイツにくらべて農村的性格が強いフランスの特性とあいまって，自然環境と密接な結びつきを示す農村地域のさまざまな側面に関する研究をうながした。ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュは，このような地理学思想の流れのなかで，地域の総合的な分析を地理学の中心課題とする立場をはじめて本格的に展開した。その影響のもとで，20世紀前半のフランスの地理学者たちは，博士論文として，それぞれいくつかの郡やいくつかの県程度の範囲を対象とする地誌的な研究を積み重ねていった。ドゥマンジョンのピカルディー地方の研究[2]やディオンのヴァル・ドゥ・ロワール地方の研究[3]など，フランスの人文地理学の主流はつねに農村地域の地誌学的な研究とともにあったといえよう。過去に輝かしい伝統をもっているという点に関していえば，フランスにおける農村地理学ほどそれにふさわしいものはない。

しかし，いかにすぐれた伝統をもつにせよ，学問の進歩や世代の交替，さらには対象とする農村地域の変化に対応して，研究課題や研究方法はしだいに変化してゆかざるをえない。すでに20世紀の前半においてさえ，フランスの農村地理学研究は，基本的な枠組としては20世紀初頭に確立された地誌的研究のスタイルを踏襲しながらも，その中心的な研究課題の面で多様化の道をたどっていた。加えて近年においては，アングロサクソン諸国を中心とする論理主義的，計量主義的な地理学思想の強い影響を受けて，伝統的な方法論そのものの後退がめだっている。研究課題の多様化や研究方法の多元化は，農村地理学研究に不統一をもたらしており，フランスの人文地理学全般にみられる混乱期もしくは転換期としての現在の状況は，農村地理学についてもそのままあてはまる。このような状況を反映して，従来フランスにおいて比較的少なかった本質論や方法論に関する考察が，近年にいたって活発に行なわれるようになってきている[4]。

本稿は，フランスの農村地理学における近年のこのように多様な研究動向を整理することによって，伝統的なフランス地理学派の農村研究が現在どのように受け継がれ，もしくは革新されつつあるのかを展望しようとするものである。学問の転換期には，かつて支配的であった学問の枠組が意識的に再検討の俎上にのせられるのを常としている。クラバール[5]やレイノー[6]の著作はその表われであろうし，またロービックはフランスの農村地理学を考察する手初めとして，ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュにおける「人文地理学」の理念を「人文地理学原理[7]」の記述を通して吟味している[8]。本稿においても，これらの研究をてがかりとして，まず伝統的なフランス農村地理学の形成期における基本的な理念と研究の枠組を考察することから出発する。ついで，伝統的な枠組のなかでの農村地理学の発展と研究課題の分化について若干の検討をくわえる[9]。フランス地理学派の伝統をこのような作業を通してふまえたうえで，最後に，近年における農村地理学の新しい動向の整理とその位置づけを試みることにしたい。

II. 形成期における基本理念と枠組

フランスにおける人文地理学の建設者がヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュであることは，あらゆる研究者の一致して認めるところである。ルクリュやルバスールやヴィヴィアン・ドゥ・サンマルタンなど，19世紀後半に活躍した地理学者たちにくらべて，ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュのもつ重要性は，のちの世代の地理学者に与えた影響の深さとその広がりにおいて比較にならないほど大きい[10]。「1880年から1910年にかけて，ほとんどすべての大学関係の地理学者がその消しがたい影響をこうむったのであり，（中略）『ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの直接の弟子の一人である』と述べることが，地理学者への欠かすことのできない讃辞となったほどである[11]」。それゆえ，以下においては，その人文地理学の理念と枠組を考察することを通じて，のちのフランス農村地理学の基本的な性格を明らかにすることにしたい。

ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの人文地理学に対する基本的な考え方は，遺著「人文地理学原理」の序章[12]にかなり詳しく述べられている。その考え方を特徴づける第一の点は，生態学的視点からの環境の認識であった。ある地域におけるあらゆる生物相互間の結びつきや，生物をとりまくその地域の自然環境への適応状態を研究課題とする生態学は，そのまま地理学の基本的な考え方とみなされた。文化という人間集団に特有な要素を十分に考慮に入れながらも，基本的には，人間の生活とそれをとりまく自然環境との複雑ではあるが総合的な関連を追求することが人文地理学の中心課題であった。もちろん，自然環境と人間社会を対置してその関係を論ずることは，ギリシアやローマの古代地理学者をはじめ，モンテスキューからリッターにいたるまで，きわめて古くかつ継続的な関心の対象であった。ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュは，このような伝統的な課題を受け継ぎつつ，生態学という19世紀後半に発展した研究分野の成果を摂取することで，この課題にこたえようとしたのである。

「人間と環境」に関するこのような生態学的な発想は，一方において，これと対立する見方である人間社会の主体性の重視によって常に限定が加えられた。環境決定論に対する可能論[13]の立場は，1911年に著わされた論文「人文地理学における生活様式[14]」で明確に展開されている。気候や地形などの環境要因と人間の生活との間には複雑な構成をもつ生物界が介在しており，そこに人間の主体性の発揮される余地が存在する。しかし，この選択の幅が環境に応じて大きく異なることはいうまでもない。人間は基本的には環境に制約される生物学的存在であるとみながらも，環境の許容する範囲での人間の英知の役割を強調するこのような考え方は，ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュに一貫してみられる立場であった[15]。人文地理学の基本的な枠組を生態学にもとめ，そのかぎりにおいて環境論の否定者としてではなく，むしろ環境論者の一人としてとらえられる[16]にもかかわらず，その人文地理学を特徴づける支配的な理念は，結局のところ人間社会の英知であり，主体性であったとみることもできる。

人間と環境とのかかわりあいを中心課題としながらも，そこでの人間社会の主体性を重視するというこのような考え方は，具体的な研究の進め方において，地域研究の推進という重要な結果をもたらした。環境論にみられるゆきすぎた一般化に対する歯止めとして，限定された地域的広がりのなかでの環境的諸条件と人文事象との関連を分析的に追求する地域モノグラフ的研究が推奨されたのである[17]。しかも，このような研究の対象となる地域としては，なじみの深い，容易に資料を集めることのできる場所が好都合であった。それまでの，見知らぬ土地，めずらしい地域の調査を第一とする地理学の伝統は，国内におけるなじみの深い地域の調査を重視するという新しい態度にとってかわられた。

そのさい，地域研究の舞台となった場所は，ほとんどの場合農村であった。19世紀末から20世紀初頭にかけてのフランスは，すでに産業革命の洗礼を受けていたにもかかわらず，その国土の大部分が農村景観によって占められ，依然として農業国家としての性格を強く残していた。さらに，その農村景観はきわめて多彩な様相を呈し，多くの地理学者の関心を引きつけた。環境条件との間に強い結びつきをもつ農業活動や農村景観の分析は，人間と環境とのかかわり合いを追求する人文地理学にかっこうの研究テーマを提供したのである。「まさに農村地域の分析において，地理学は，その方法の独自性を十分に発揮できる領

域をみいだした[18]」ということができよう。

農村地域の分析は，また，自然と人間活動とが密接にからみあって成立している「地域」の発見をもたらした[19]。19世紀におけるフランス全土にわたる地質図の作成や，その他の自然環境条件の地図化は，農村景観の多様性を解釈するさいの強力な武器を地理学者に提供した。ボースやガティネーなどといった名称で呼ばれる地域の広がりと土地条件との対応[20]は，農村地域の生態学的な研究の現実的な基盤とされ，このような「地域」の分析とその個性の把握こそが地理学の追求すべき課題であった。「地域」の存在を明らかな現実とみなした上で，その地域的個性の分析を目差したこのようなフランス農村地理学の方向は，地域の分析にさいしてきわめて直観的かつ現実主義的な態度をもたらした。「地域」の個性をつくりあげている要素とそれら要素の結びつきは，「地域」が違えば当然その内容も異なってくるものであった。分析の手順や論理の展開において科学的な厳密さが強く要求されたのに対して，農村地域の分析にさいして取りあげるべき要素の選択に関しては，現実の「地域」に対する研究者の深い理解と直観が強く求められた。フランス国内における各地方の地域的個性を粗描したヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの著書「フランスの地理像[21]」は，このような精神の表現として，のちに続出したフランス地理学派の農村地理研究を予告するみごとな前奏曲であった。

III. 農村地理学の発展と分化

(1) 農村地域研究の伝統

20世紀の前半を通じて，フランスにおける地理学の学位論文の大半は，農村地域のモノグラフ研究によって占められていた。農村研究は常に人文地理学の主流であり，これにくらべると工業地理学や商業地理学や観光地理学などは，その発展が著しくたち遅れていた[22]。都市地理学にしても，パリなどの大都市が学位論文の研究対象としてとりあげられ，その都市構造が本格的に分析されるようになったのは比較的最近のことにすぎない[23]。このような半世紀以上にわたる農村地域研究の伝統は，きわめて豊富な農村地理学研究の蓄積を可能にし，それと同時に，フランス農村地理学の名を世界に高める結果をもたらした。しかし，地域モノグラフという基本的な枠組は同じであっても，その研究の内容や重点のおき方が時期に応じてしだいに変化していったことを見落すことはできない。

ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの直接の影響のもとになされた第一世代の地理学者たちによる初期の研究は，農村地域を対象とした総合的な地域モノグラフとしての性格を強く有していた。ブランシャールのフランドル地方研究[24]，ドゥマンジョンのピカルディー地方研究[25]，バローの下ブルターニュ地方研究[26]，バシェールのベリー地方研究[27]，さらにはソールの東部ピレネー地方研究[28]，ミュッセの下メーヌ地方研究[29]などは，いずれも研究対象地域の自然地理と人文地理をともに視野におさめつつ，これら両者の結びつきから生ずるその地域の全体的な性格の究明をめざしたものであった。シオンの東部ノルマンディーにおける農村研究[30]のように，研究課題が農村における人文地理学的側面にしぼられた地域研究も一方には存在したが，ほとんどの場合は自然と人文という二つの側面が同等の比重をもって記述され，総合地誌としての性格が強く前面に押しだされていた。一人の研究者による総合的な地域研究というこのようなスタイルは，フランス国内を対象地域としたものに関していえば，20世紀の半ばごろでその伝統がとぎれている。1938年から1956年まで，前後20年間近くにわたって書き続けられたブランシャールによる西部アルプス（すなわちフランス・アルプス）地域の全七部におよぶ膨大な地誌[31]は，このような研究の最後を飾る記念碑であった。

最終的な目標を，地域の全体的な性格の究明においたこれら初期の地域モノグラフに対して，第一次世界大戦以後の農村地域研究においては，しだいに地理学の個々の分野における特定の課題に対して，研究努力の大半が注がれるようになっていった。人文地理学的側面を主な関心対象とする研究においても，依然として目次の項目としては自然地理，人文地理の両面が扱われたが，研究の核心はその時期に当面して

いる農村地理学の課題（農地景観や集落形態など）を地域的な枠組で分析することにあった。アルボーのフランス・アルプス地方における牧畜の研究[32]，カヴァイエのピレネー地方の農業に関する研究[33]，ロベールのフランス・アルプス地方における民家の研究[34]，デリュオーの大リマーニュ地方における農村景観に関する研究[35]などは，いずれもこのような傾向を反映している。地域そのものが研究目的である場合，地域モノグラフは地誌学の確立のための一礎石であったが，特定の課題を追求するこれらの研究者にとって，地域モノグラフはその課題の適用と分析を目的とした（系統地理学における）事例研究としての性格をもっていた[36]。今世紀の後半にはいると，このような傾向はさらに強まり，自然地理の項目は全く従属的に扱われるに至る。ジュイヤールの下アルザス平野の農村に関する研究[37]，P. ブリューネのパリ北東方における農業構造の研究[38]，R. ブリューネのトゥールーズ周辺の農村に関する研究[39]，ボナムールのモルバン地方における農村と農業の研究[40]などが，この時期の代表的な農村地理研究であるが，最後にあげたボナムールの学位論文の副題が「土地と人間」となっているにもかかわらず，その内容が「モルバンの農民はなぜ貧しいか」という問いに対する現状把握と説明の試みとして組みたてられているところに，現在の農村地域研究の動向が，当初の「土地と人間」を総合的にとらえるという農村地域研究の基本理念とくらべて，地域社会の本質をとらえるという点でいかに近く，かつ総合的という点でいかに遠いかを如実に表わしている。

国内の諸地域に関する研究と並んで，海外においても農村地域研究が活発に行われてきたが，ここにおいても同じような傾向が指摘できる。今世紀の前半における代表的な研究としては，グルーによるベトナムのトンキンデルタの農村の研究[41]や，熱帯アフリカに関するヴーレルス[42]やリシャール・モラール[43]の研究があるが，これらの内容をみると，対象地域の自然地理と人文地理がともに詳細に記述され，両者間の結びつきが分析されるという，総合的な地誌的研究の態度が貫かれている。これに対して，のちのモンベークのブラジル研究[44]や，R. ロシュフォールによるシチリア島の労働と社会に関する研究[45]，ペリシエのセネガルの農村に関する研究[46]，ソーテの旧仏領コンゴやガボンに関する研究[47]では，重点が人文事象の分析におかれており，地誌的な研究というよりはむしろ農村地域の人文地理学的研究としての色彩が強い。

農村地域研究という枠組においてなされた今世紀を通じてのフランス地理学派の研究蓄積は，ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの圧倒的な影響力を背景として，他国にその例をみないまでの研究視点の安定性と研究量の豊富さを示している。しかし，地域研究を通して人間と環境のかかわり合いを考察するという初期の理念は，自然地理学の専門分化とともに，農村地域研究の人文主義化傾向によってしだいに風化しつつある。分析の客観性と厳密さを求める努力は，いきおい研究課題の特定分野への限定をうながし，農村地域をその全体性において研究するという態度は第二次世界大戦前後から急速に失われてきた。農村を自然的要素と人文的要素の複合体としてとらえることを強調したショレーの主張も[48]，現実における農村地域研究の人文主義化をくい止めることはできなかった[49]。フランス地理学派の総力を結集したジェオグラフィー・ウニヴェルセル（世界地誌のシリーズ）において，久しく待ち望まれていたフランス編が，当初予定されていたガロワの執筆放棄があったのちに，最終的には自然地理編と人文地理編とに分けてまとめられた[50]ことは，フランスの地理学における総合的な地誌研究の後退をきわめてよく象徴している。

(2) 農村地理学の中心課題

農村地域研究が活発に行われたことと並んで，今世紀前半のフランス農村地理学を特徴づけるもうひとつの基本的な性格は，主要な研究課題として農地景観と農村集落の分析に数多くの地理学者の関心が集中したことであった。農村地域研究においても，「下プロバンスにおける農村集落と農業構造[51]」と題されたリベの研究をはじめ，これほど明確な題名を付していなくともほとんどの研究が農地景観の研究を中心とする農業構造の分析と農村集落の分析に多くのページ数をさいてきた。

フランスにおける農地景観の研究は，歴史学者マルク・ブロックによる「フランス農村史の基本的性

格[52]」(1931年) の出版に大きな影響を受けて活発化した。もちろん，多様な農地景観のモザイクからなるフランスの農村は，すでにそれ以前から，分散耕地やボカージュや共同放牧地などの問題に多くの地理学者の関心を引きつけてきたし，ブロックの著作に関しても，地理学者による農村地域研究を通じての農地景観研究の積み重ねが大きく貢献していることは否定できない事実である[53]。しかし，農地景観が農村地域分析の中心的課題として精力的かつ全国的に研究されるようになったのは，ブロックの著作とその3年後に出版されたディオンの「フランスの農村景観形成に関する一試論[54]」の影響がきわめて大きかった。その後における農地景観の研究は，これら二著の方向づけに沿って，主に耕地の地割形態の分析を中心として展開した。そこでは，開放耕地の地域とボカージュ景観の地域との対比が強調され，両者の地域における農村景観の詳細な分析が，農村地域研究という枠組の中でしだいに蓄積されていった。フランス各地におけるこのような事例研究の積み重ねは，1950年代の後半にはいって，ジュイヤールやメイニエなどの研究者による農地景観を中心とした研究の体系化の試みを生みだすまでにいたっている[55]。さらにその後も，農地景観の研究は活発に続けられ[56]，とりわけ研究の不足が指摘されていた南フランスでは，リベ[57]や R. ブリューネ[58]などの研究が相次いで現われた。これらの新しい成果を取り入れることによって，ルボー[59]やメイニエ[60]は農地景観に関する総合的な著作を1960年代の末に発表している。

農地景観の研究とならんで，農村集落の研究も地理学者の大きな関心を集めてきた。これら両者は，たがいに密接に結びつきながら今世紀の農村地域研究における研究内容の二本の柱を形づくった。その結果，フランスの各地で集落形態に関する実証的な研究が活発になされたが，その中ではパリ盆地の農村集落に関するディオンの研究[61]が方法論的にも重要である。これに対して，ドゥマンジョンは，農村集落の体系的な考察を試みる[62]とともに，フランスにおける農村集落形態の分類を行っている[63]。研究のこのような活発さを反映して，1957年に出版された「20世紀中葉のフランス地理学[64]」では，農村集落に関して特に一章がもうけられ，ペルピューが従来の研究のまとめと展望を試みている[65]。また，それ以後の研究としては，リベ[66]やルボー[67]のものがあげられよう。集落の研究とともに，集落を構成する要素である家屋の研究も精力的に行われた。この分野においても，中心的な役割を演じたのはドゥマンジョンであった。彼は，自然環境の影響とともに，農業経営における家屋の機能的な側面を重視して，家屋形態に基づく農家の分類を試みている[68]。また，フォーシェは，同じく農村家屋の類型区分の問題をとりあげる[69]とともに，農業技術の進歩や農業経営形態の変革にともなう家屋形態の変化を論じている[70]。このほか，農村地域を研究対象とした学位論文にも，その研究の一部として家屋の問題を扱っているものが少なくない。農村家屋を研究の中心課題とした学位論文としては，フランス・アルプス北部地方の民家に関するロベールの研究がある[71]。より最近においては，グルーが「人文地理学試論」のなかで農村家屋の地理学的研究の重要性を指摘するとともに，家屋形態を規定する諸要因について簡潔にまとめている[72]。

農地や集落や家屋などといった農村景観に関するこれら多数の研究に対して，農業経営や土地所有に関しても特に第二次世界大戦以降において体系的な研究の努力がなされてきた。農村における土地所有を分析した研究は，多くの場合都市住民による農地所有を都市一農村関係の視点から検討することを研究の目的としていた。このような研究は，まずデュグランによって下ラングドック地方においてなされたが[73]，同様の研究が1950年代の末から1960年代にかけてフランス各地で活発に行われた[74]。他方，農業経営的側面に関する研究は，農村地域研究のなかで従来から豊富に研究が蓄積されてきた分野であり，ボナムールのモルバン地方の研究[75]やフレモンのノルマンディー地方の牧畜に関する研究[76]では，とりわけ農業経営の分析に研究の重点がおかれている。しかし，農村地理学において農業経営に関する研究が体系的かつ分析的になされるようになったのは比較的近年のことにすぎない。ボナムールを中心とする研究グループは，フランスにおける農業経営の地域的類型に関する研究を1970年前後に活発に行っているが[77]，その後1970年代にはいってから，農業経営に関する地理学的研究はさらに活発化している[78]。

上で述べてきた四つの研究テーマの他に，フランスの農村地理学でこれまで比較的さかんに取りあげら

れてきたテーマとしては，農村からの人口流出の問題と農業の近代化とそれに対する適応の問題がある。前者に関しては，農村地域研究の大部分が多少なりともこの問題を取り扱っている。今世紀前半のフランスは人口がほとんど横ばいを続け，このなかでパリが膨張を続けた結果，地方の人口は減少の一途をたどった。グラヴィエの「パリとフランス砂漠[79]」は，人口面における地方のこのような砂漠化現象に対する地理学者からの警鐘であったが，その後においても農業の機械化や規模拡大につれて，農業人口の急速な減少が進行しており，都市化の影響が強くおよんでいない大部分の農村地域で人口の流出が続いている。人口流出を中心的な課題とした農村地域研究としては，ピカルディー地方の農村を対象としたパンシュメルの研究[80]やポアチエ周辺のヴィエンヌ県農村部に関するピチィエの研究[81]がある。他方，人口流出が最も深刻な様相を呈する山間地域については事例研究も数多く存在し，「アルプス地理学評論」などの研究誌に発表されている[82]。フランス全体に関する分析としては，ピティエの研究がある[83]。また，ピティエはこの問題を世界的な視野からも論じている[84]。

これに対して，農業の近代化とその影響については，フォーシェが広い視野からこの問題を検討している[85]。また。個々の地域における分析的な研究としては，カルメスによる中央高地南部の一村落を対象とした研究[86]やデュレンヌ他によるフランス南東部を対象とした研究[87]などがあげられよう。農業近代化へのひとつの対応策としての耕地整理については，フランスの状況をリューコーが簡潔にまとめている[88]とともに，地理学的な立場からの事例研究もいくつか存在する[89]。

IV. 近年における農村地理学の動向

今世紀初頭から長い間フランスにおける地理学研究の中心的な分野であった農村地理学は，第二次世界大戦以降，とりわけ1960年代や1970年代にはいるにつれて，その相対的な重要性を著しく低めている。また，農村地理学をとりまく外的条件のこのような変化と同時に，フランスの農村地理学それ自体も研究課題や分析方法の面において大きく変わりつつある。これらの変化の根底には，今世紀後半にはいってからのフランス経済の急成長とそれにともなう農村環境の急激な変貌があった。20世紀前半のフランスは，人口の完全な停滞によって特徴づけられるように，農村地域において伝統的な地域生態が比較的みだされることなく存続した最後の時期であった。フランス地理学派による農村地域研究はこのような条件のもとで展開された。これに対して，都市化の影響が国土のすみずみにまで浸透しつつある近年においては，農村地域の住民や土地利用の性格が多様化するとともに，農村における農業の役割がしだいに小さなものとなっている。このような変化を反映して，農村地理学においても，かつては研究の大部分が「農業構造」の分析を中心テーマとしていたのに対して，近年における研究はそのような枠組にあてはまらないものが多くなってきており，いわば「農村空間」の分析へと研究の視点が変わりつつある。他方，従来の「地域」レベルでの農村地域研究に対して，近年では定量的なデータを用いた比較研究や広域研究の進展がみられ，大量のデータを処理する必要から計量的手法の利用も普及している。また，農村地域の急激な変貌は地域計画への関心を高め，応用地理学への志向が強まりつつある。教養としての地理学から実用としての地理学への志向は，地理学の全体的な流れでもある。

(1) 国土の都市化と農村空間研究

近年にいたるまで，地理学者は農村地域をなによりもまず農業地域として把握してきた。19世紀から20世紀の前半にかけて，工業機能や商業・サービス機能の都市への集中が強まり，その結果として農村の農業地域化が強化されたこともこのような傾向を助長するものであった。これに対して，近年の農村地域においては，農業以外の新しい機能がしだいに重要性を増しつつある。農村地域への工場分散，都市住民のためのレクリエーション空間としての農村のみなおし，都市周辺部での郊外住宅地化の進展と，さらに広範囲の農村地域で進行しているセカンド・ハウスの増大などが，新しい農村地域機能として従来の農業生産機能と競合している。農村地域がこれら諸機能の複合空間としてとらえられるようになったことは，「農村

空間」という語が近年さかんに用いられていることにも明らかに反映されている[90]。カルメス他は，フランスの農村空間を多様な側面から分析することによって，対象を全体的にとらえることを試みている[91]が，その研究の基本にも，フランスの農村が近年急速に変質しつつあり，国土の総合的な整備という観点からも農村空間が多方面から重要視されるにいたっている，という認識が根底にある。「都市化」という言葉で一括して表現される農村のこのような変質過程を，地理学の立場から体系的に整理する試みがマチゥーとボントロンによってなされている[92]。彼らは，都市化という視点からフランスにおける農村空間を類型区分し，その分布を地図上で示している[93]。また，ボナムールは農村地域における都市化研究の意義を論ずるとともに，農村の視点からこの問題を取り扱う立場を強調している[94]。

これらの全体的な視点に基づく研究に対して，個々の都市化現象を主に空間的な視点から分析した研究も数多く存在する。このような研究のうち，セカンドハウスの立地とその性格に関する問題は，近年多くの研究者の関心を集めている。セカンドハウスの所有は，すでにフランス革命以前から貴族階層や都市ブルジョワジーの間に普及してはいたが，全体からみればごく一部の階層の現象にすぎなかった。これに対して，第二次世界大戦以降の伸びは著しいもので，1970 年にはほぼ五世帯に一世帯の割合でセカンドハウスを所有するまでにいたっている。このような普及状況を背景に，センサス調査でもセカンドハウスに関する項目が設けられ，全国的な統計資料も整備されつつある。地理学の側からセカンドハウスを取り扱った研究としては，クリビエのフランス全体を対象として農村地域におけるセカンドハウスの分布を検討した論文がある[95]。県やコミューンなどを研究対象地域とした事例研究は，バルビエによるバス・アルプ県の研究[96]やボナーツィによるオート・サヴォワ県の研究を[97]はじめとして，フランス各地について数多く存在する。

農村地域におけるセカンドハウス所有の増加にみられるように，都市住民のレクリエーション空間としての農村の役割は近年急速に増大しつつある。自然と緑を求めて，毎年夏ごとに都市から農村へ大量の人の動きがみられる[98]とともに，アルプスなどの山地地域ではウィンタースポーツを中心とした観光集落が多数成立している。レクリエーション空間としての農村の問題を包括的に論じたものとしては，すでに1967 年にアンリ・ドゥ・ファルシィ他による著作[99]が存在するが，その後における農村レクリエーションの急成長をふまえて，1976年にはブテーイュがその現状と問題点をまとめている[100]。しかし，既存の観光都市や観光集落と異なり，都市住民による農村レクリエーションは分散的であるとともに，その存在形態も多様なため，系統的な研究には多くの困難がある。

都市住民の居住空間やレクリエーション空間として農村地域が新しい機能を獲得し，またそれらの機能の占める役割が増大しつつある一方で，このような新しい機能と競合関係にある農業機能も変貌の速度を増しつつある。すでに触れた農村からの人口流出と農業経営の機械化の問題のほかに，国土全体の都市化との関連で，兼業農民の問題や農業後継者の問題や農業人口の老齢化の問題などが深刻なものとなっている。これらの現象は相互に関連しあっており，現代のフランス農業に大きな問題を提起している。農業経営者の兼業状態は農業センサスにおいても調査がなされ，西ドイツなどにくらべるとその兼業率は相対的に低いとはいうものの，1970 年には 140 万人の農業経営者のうち約40万人が農業のほかに兼業に従事していた。キュッセは主に経済学的な視点からではあるが，フランスにおけるこれら兼業農民の地域的分布とその動向を分析している[101]。また，兼業農民の性格やその分析の枠組に関する論考もいくつかみられる[102]。

(2)　分析スケールの多様化

「農業構造」の分析から「農村空間」の分析へと農村地理学の研究課題が大きく転換しつつある中で，課題を解明するための研究上のフレームワークに関しても新しい傾向がみられる。いくつかの郡もしくは県程度のスケールでの農村地域研究は，これまで伝統的にフランスの農村地理学の中核を形づくってきたが，近年においては比較的狭い対象地域での分析的な研究やもしくは広い地域を対象として既存の統計資

料を駆使した計量的な研究が活発に行われている。このような動きの背景には，農村地理学における課題の変化とならんで，アングロサクソン諸国を中心として発達してきたニュー・ジェオグラフィーが，近年にいたってフランスの地理学全般に強い影響を与えつつあるという状況が存在する[103]。

個別の農業経営体を分析単位として体系的な研究を展開する試みは，伝統的なフランス農村地理学ではほとんどなされてこなかった。ショーメイユはすでに第二次世界大戦前にオーベルニュ地方の一農家の詳細なモノグラフを発表し[104]，農村研究の基礎としての農家分析の重要性を主張しているが，事例農家の分析と地域的な記載を適宜組み合わせるアメリカ流の農村地域研究のスタイルは，今世紀前半のフランスにはついに導入されることがなかった。農村地域研究に農家調査が体系的に組みこまれるようになったのは，デュモンが「一農学者によるフランスの旅[105]」を発表してからのことにすぎない。デュモンはこの著作のなかで，フランス各地における事例コミューンの記載とそのなかでの典型的な農家の分析を組み合わせることによって，第二次世界大戦後におけるフランス農業の実態と問題点と展望を論じているが，このような研究手順はそれ以後の地理学者による農村研究に大きな影響を与えた。カルメスによる中央高地の一コミューンの分析[106]やベドゥラボルドによるパリ北西のセーヌ川沖積平野の農業に関する分析[107]などは，研究対象地域を狭く限定して農家単位に詳細な分析を行ったものであるし，またフレモンによるノルマンディー地方の牧畜に関する研究[108]においても，個々の経営体の分析に多くのページがさかれている。

農家単位の分析が活発化した背景のひとつとしては，第二次世界大戦以降におけるフランス農業の急速な変貌がある。変化しつつある農業構造を，変化のプロセスの解明という視点から分析するためには，農業生産に関する意志決定の基礎単位である農家の分析が不可欠であった。これまで比較的等質とみなされてきた農業「地域」においても，農業環境の変化にともなって農家の側に多様な対応形態が生みだされている。農家研究は，地域農業をその多様性において把握することを目差すものであり，それによって地域農業の動態を分析的に明らかにしようとするものであった。

他方，農家研究の活発化は，農家をとらえる地理学的な枠組に関する方法論的な考察をうながした。なかでも，ボナムールを中心とするグループは，1970年以来農家の地理学的なアプローチに関する研究を精力的に推進し，その考察の成果を1975年から1976年にかけて発表している[109]。これに対して，クラバールは農村経済学をはじめとする隣接諸分野での近年における進歩を地理学的な視点から整理して，農村地理学が農家分析にさいしてこれらの成果を積極的に摂取することの必要性を強調している[110]。また，ボワシャールは経済学的な経営体分析が農村地理学において有する意義を論ずるとともに，その適用の枠組をきわめて具体的に記述している[111]。

このような「家」もしくは「経営体」を単位とするミクロレベルの分析に対して，他方においては，伝統的な研究が主に基盤としてきた「地域」の枠をさらに広げて，広域的な空間を対象とした農村研究も近年では活発に行われている。広域研究の活発化は，全国的な都市化の進展やもしくは交通機関の発達による農産物流通の全国ネットワークの形成などといったような，広域的なプロセスが農村地域の性格形成にますます大きな役割を演ずるようになってきた現状を反映している。かつて活発であった生態学的な視点からの農村地域構造の研究は，現在の農村をとらえる枠組としては一面的であるとともに少なからず窮屈なものとみなされるようになった。ボナムールは，農村地域の研究にさいして，ひとつの分析スケールだけに限定することなく，異なったスケールでの分析を併用することによって，伝統的な農村地域研究の枠組を現代化させる必要性を強調している[112]。広域的な研究がさかんになったもうひとつの背景としては，研究分野の細分化の結果，地域に対する総合的な視点が薄れ，研究課題を個々の現象の空間的側面の分析だけに限定したトピック的な研究が増加したことをあげることができよう。このような傾向は，各種統計データの全国的な整備とあいまって，計量的な手法を用いた空間分析的な研究の活発化をもたらしている。

ある現象を個別に検討したトピック的な研究を別にすると，農村空間に関する広域的な研究で近年にお

いて主要なものとしては次のような研究があげられよう。まず，前節であげたカルメス他によるフランス農村の計量的分析は[113]，因子分析を軸として農村空間を総合的にとらえる試みであるが，分析のスケールとしては主に県を単位地区として各種指標のフランス全国における地域的な変動を検討している。また，ボナムール他は農業地域を単位地区として，農業経営の地域的性格をフランス全体について類型区分している[114]。一方，マチューとポントロンは農村空間における都市化の浸透度を，県単位に算定されたいくつかの指標によってフランス全体について検討している[115]。これらの全国的なスケールでの研究をはじめとして，広域的なスケールで計量的な手法を用いた研究は近年しだいに増加しつつある。

(3)　農村空間の地域整備

研究課題の変化や分析スケールの多様化とともに，近年におけるフランス農村地理学を特徴づけるもうひとつの動向として，農村地域整備への強い関心をあげることができる。教養としての地理学から実用の学としての地理学への志向は，第二次世界大戦以降におけるフランス地理学全体に共通してみられた傾向でもあった[116]。トリカールをはじめとする応用自然地理学への動きとならんで，人文地理学の分野においてもフリッポノーやラバスやジョルジュなどが応用地理学的な関心に基づく著作を1960年代につぎつぎに発表している[117]。実際，第二次世界大戦後の国土の再建と，それに続く経済の高度成長にともなう地域の急速な変貌は，地理学者の関心をいやおうなしに地域整備の問題へ引きつけてきた。さらに近年においては，地域的な枠組での総合的な整備計画の作成が行政の重要な課題となってきており，「地域の専門家」を自負する地理学者の地域政策への関心がますます強まっている[118]。

このような一般的傾向を反映して，農村地理学の研究者たちにおいても，とりわけ第二次世界大戦以降，農村地域整備に対して強い関心が示されてきた。しかし，その関心のありかたは戦後を通じてつねに同一であったわけではなく，行政当局による農村地域整備の目標自体が時期に応じてその性格を変えていったように，地理学者の農村地域整備に対する問題意識もまた，1950年代と1960年代以降では大きな変化を示している。第二次世界大戦以降の時期を1960年代前半を境として前後二期に分けるならば，前期における農村地域整備の主要な関心は農業構造の改善と農業生産の向上であった。これに対応して，農村地域整備に対する地理学者の関心も，農業構造の近代化の問題にその多くが集中していた。P. ブリューネは，1961年にストラスブールで開催された応用地理学コロキウムで，それまで農村地域整備に関連して行われてきた地理学者の研究を次の五つの項目に分けて報告している[119]。(1) 農業構造と耕地整理，(2) 農舎，電気，上水道などの農村居住環境の改善，(3) 灌漑，土堤や生け垣の撤去，植林などの基盤整備事業，(4) 農産物の生産および流通技術，そして (5) 農村地域の再編成についてである。これらのうち (1) から (4) までは，多かれ少なかれ農業部門のみを対象とした分野であり，農業の近代化とそれに関連した問題の研究であった。もっとも，このような特定部門の研究とならんで，上記 (5) で触れられているようにこの時期からすでに農村の総合的な地域整備に関する研究も少なからずみられ[120]，農村地域研究を伝統とするフランス地理学派の志向をうかがわせている。

これに対して，経済の高度成長が続き，都市化の影響が全国におよぶようになった1960年代後半から，フランスにおける農村地域整備の理念はその性格を大きく転換するようになった[121]。それまでの農業部門のみを重視してきた農村計画の姿勢は，農業ばかりではない複合機能の空間として農村をとらえるという総合的な農村空間の認識にとってかわられた。農業生産空間，居住空間，レクリエーション空間，緑地空間などとしての農村空間の多様な機能を調整することが，農村地域整備の主要な課題として意識されるようになったのである。他方，1960年代から徐々に進められてきた地域主義化の政策は，地域的な枠組での整合的な整備計画の立案を行政の重要な課題とするにいたっている[122]。農村地域整備に関しても，このような総合的な地域計画の文脈のなかで位置づけられ，検討されることが要請されている。行政側のこのような動向は，農村地域整備に対する地理学者の側における関心の所在の変化にもはっきりと反映している。レクリエーション空間や緑地空間としての農村空間の役割の増大は，地理学者の関心を農村地域の新

しいありかたの模索へと向かわせた。とりわけ，農業の発展に期待しえない山地地域においては，レクリエーション開発の可能性が大きな注目を集め，また各種機能の競合がもっとも激しい様相を呈する近郊農村では，それら相互間の調整の問題に関心が向けられた。たとえばプレオーは，1963年にフランスで最初に国立公園に指定されたフランスアルプスのバノワーズ地域についてその地域的意義を検討しており[123]，またファルクは都市住民のための緑地・レクリエーション機能を重視する立場から近郊での農業のありかたの問題を論じている[124]。一方，中心都市と周辺農村の依存関係の強化を背景としたジュイヤール流の機能地域論[125]やロシュフォールなどによる都市の影響圏の分析[126]は，地域主義化を推進するさいの理論的な基盤を提供している。このような互いに競合する各種機能の地域的な枠組での総合的な考察は，本来のフランスにおける地理学の理念にきわめて近いものであり，このような立場から，ボナムールは「環境」と「平衡」という二つの考え方を軸にして，農村地域整備に対しても地理学が独自の貢献をなし得ることを主張している[127]。

V. む す び

ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュを中心としてフランスに人文地理学が本格的に確立してからすでに100年近い歳月が経過している。この間，とりわけ今世紀中葉にいたるまで，農村地域研究はフランス人文地理学のつねに中核的な役割をはたしてきた。本稿では，このように輝しい伝統をもつフランス農村地理学の今世紀における研究動向を，とくに，変化した側面を強調することによってあとづけようと努めてきた。もちろん，本稿で触れた文献が農村地理学に関連したすべての研究を網羅しているわけではなく，また農村地理学という分類では単純に律することのできない研究も数多く存在している。さらに，近年においては他の学問分野との交流が活発となり，農村地理学における研究動向にしても他の関連分野の動向を無視しては理解が困難になっている。このような問題点の存在を認めつつ，以下では，フランス農村地理学におけるいくつかの基本的な変化の方向を要約し，また前世紀末から今世紀初頭にかけての出発時点における基本理念と照らし合わせることを通じてその意味を考察することによって本稿をむすぶことにしたい。

フランスにおける農村地理学は，当初，生態学的な視点に立脚した「地域」の総合的な研究として出発した。地形，気候などの自然環境と農業生産，土地利用，集落分布などの人文事象を同時に研究対象とするこのような研究の枠組は，今世紀前半のほとんどの農村地域研究にみられる共通した特徴であった。しかし，外面的にはこのような枠組を維持しながらも，第一次世界大戦後の時期にはすでに農地や集落・家屋などといった農村景観の分析に研究の焦点があてられるようになり，実質的には特定課題の追求を志向する研究へとしだいに変質していった。第二次世界大戦以降における基本的な動向のひとつは，歴史的な分析を主とするこれら農村景観研究に対して，現実に地域で生活している人間の諸活動が研究課題として重視されるようになってきたことである。実際，人間の空間的な流動性が高まったことにより，農村空間にはさまざまな種類の人間が関与するようになっている。R. ブリューネは，人間活動を中心とした多様なエネルギーのからみ合いを地域システム的な枠組で構造的に把握することを軸として，地誌学を再構築することを主張しているが[128]，このような方向はフランスにおける地域研究の伝統を現代に生かすひとつの道であろう。

他方，人口やその社会・経済的属性に関する統計をはじめとして，各種の統計データの蓄積が進んだ結果，直接的な観察や聞き取りに基づくことなく主に統計資料の処理を通して広域スケールで論を展開する傾向が，とりわけ1970年代にはいってからみられるようになった。このような傾向は，農村地理学のみに限らず地理学のあらゆる分野でみられる現象でもある。たしかに，交通機関の発達による人間や物資の流動化は，現代の農村空間を規定する要因として広域的なプロセスの役割をますます重要なものにしている。現在農村で進行しつつある変化の動向を的確に把握するためには，広域的な視点が不可欠であるともいえる。しかし，計量的な手法の適用と多くの場合結びついたこれらの広域研究は，一方において農村地

理学の主要課題へのアプローチを犠牲にしたデータ・手法優先型の研究に陥る危険性を多分に有していることも指摘せねばならない[129]。

最後に，農村計画と結びついた応用地理学への志向について若干触れておきたい。かつてソールは，ありのままに事象をみる地理学本来の立場が応用を志向することによって損なわれる危険性があることを指摘し，応用という名の下における計画への関与に対して強い警戒の念を表明した[130]。しかし，地域計画のありかたが部門別計画の単なる地域的投影から地域的枠組での総合的な整備へとその方向をしだいに転換するにつれて，地域の総合的な把握を強調してきた伝統的なフランス地理学の立場は，そのまま地域整備の問題に対しても有効な発言をなすための基盤となりうることが新たに見直されるにいたっている。とりわけ，自然環境が重要な要因として地域構造に関与する農村地域においては，地域の現実に対する深い認識が適切な農村整備計画の基盤であり，この点にこそ地理学者特有の貢献しうる領域があるということができよう。

アングロサクソン諸国での地理学の新しい動向に刺激されて，1970 年前後からフランスにおいても地理学に関する本質論的な論議がさかんになされている。パラダイムとかエピステメなどという言葉が地理学者によって云々され，地理学における認識論的断絶がいわれる昨今でもある。このような中で，19 世紀末以来急速に発展してきたフランス地理学の伝統の最も中心的な分野としての農村地理学は，過去の伝統の重みと新しい地理学の動きにはさまれて，現代における農村地理学のありかたを現在懸命に模索している。ボナムールは現代の農村地理学研究において避けねばならない研究態度として，地域との直接的な接触を欠いた研究，地図表現の弁証法的な使用を欠いた研究，広狭異なったスケールでの分析を並行して行わない研究の三つをあげているが[131]，このような考え方のなかにもフランス地理学派の伝統を生かしつつ現代世界の状況に対応しようとするフランス農村地理学の努力を読みとることができる。

本稿は，1976年から1978年にかけてパリ第一大学第三期博士課程在籍中におけるパリ大学地理学研究所での文献調査を基盤としている。二年間にわたってご指導いただいたパリ第一大学のパンシュメル教授に深く感謝の意を表したい。また，フランスの地理学へと筆者を導いてくださった筑波大学地球科学系教授山本正三先生，同助教授高橋伸夫先生に厚く御礼申し上げる。

文献および注

1) Paul CLAVAL (1968) : Chronique de géographie économique III—Economie et géographie rurales, *Revue géographique de l'Est*, 8, 181.
2) Albert DEMANGEON (1905) : *La Picardie et les régions voisines*, Paris.
3) Roger DION (1934) : *Le Val de Loire*, Tours.
4) フランス農村地理学の伝統をふまえて現代農村地理学の課題を論じた労作としてボナムールの次の著作が重要である。
Jacqueline BONNAMOUR (1973) : *Géographie rurale—méthodes et perspectives* —, Paris.
他に，フランス地理学派の伝統である地誌的研究法を正面から論じたものとしては，フランス学派の伝統を現代に生かそうとする立場のボージュガルニエの著作と，過去の伝統に批判的なレイノーの著作をあげておこう.
Jacqueline BEAUJEU-GARNIER (1971) : *La géographie—méthodes et perspectives*—, Paris.
(阿部和俊訳「地理学における地域と空間」, 1978年，地人書房)
Alain REYNAUD (1974) : *La géographie entre le mythe et la science—essai d'épistémologie*—, Reims.
5) Paul CLAVAL (1976) : *Essai sur l'évolution de la géographie humaine*, nouvelle édition, Paris. (竹内啓一訳「現代地理学の論理」. 1975年，大明堂).
6) 前掲 (4).
7) Paul VIDAL de la BLACHE (1922) : *Principes de géographie humaine*, Paris. (飯塚浩二訳「人文地理学原理」. 1940年，岩波書店).

8) Marie-Claire ROBIC (1976) : La conception de la géographie humaine chez Vidal de la Blache d'après les Principes de Géographie Humaine, *Les cahiers de Fontenay*, **4**, 1-76.
9) この点については谷岡も簡単な展望を試みている.
谷岡武雄(1966) : フランスの農村—その地理学的研究. 古今書院, 1-17.
10) しかし, すべてをヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュの独創に帰することは誤りである. たとえば, フランスの人文地理学思想の発展におけるルバスールの重要性については, 次の著作にくわしい.
Paul CLAVAL et Jean-Pierre NARDY (1968) : *Pour le cinquantenaire de la mort de Paul Vidal de la Blache*, Paris, 35-90.
11) André MEYNIER (1969) : *Histoire de la pensée géographique en France*, Paris, p. 30.
12) この序章は, 1912年に著わされた論文を多少の変更を加えて再録したものである.
13) ヴィダル・ドゥ・ラ・ブラーシュ自身はこの可能論という言葉を用いたことはなかった.
14) Paul VIDAL de la BLACHE (1911) : Les genres de vie dans la géographie humaine, *Annales de géographie*, **20**, 193-212 et 289-304.
15) 前掲 (8), 13-32.
16) 前掲 (5), 57-60.
17) Lucian FEBVRE (1922) : *La terre et l'évolution humaine*, Paris, (飯塚浩二・田辺 裕訳「大地と人類の進化」. 上巻1971年, 下巻1972年, 岩波書店, とりわけ下巻, 265-279).
18) Philippe PINCHEMEL (1970) : *La France*, 4e édition, Paris, p. 366.
19) Etienne JUILLARD (1974) : *La "Région"*, Paris, 17-25.
20) Lucian GALLOIS (1908) : *Régions naturelles et noms de pays*, Paris.
21) Paul VIDAL de la BLACHE (1903) : *Tableau de la géographie de la France*, Paris.
22) レイノーはこのような「農村主義」の傾向を, 時代の風潮やイデオロギーと関連させて説明している. 前掲(4), 140-149.
23) 代表的なものとしては次のような著作をあげることができよう.
Jean BASTIÉ (1964) : *La croissance de la banlieue parisienne*, Paris.
Etienne DALMASSO (1971) : *Milan—capitale économique de l'Italie*, Paris.
24) Raoul BLANCHARD (1906) : *La Frandre*, Paris.
25) 前掲 (2).
26) Camille VALLAUX (1907) : *La basse Bretagne*, Paris.
27) Antoine VACHER (1908) : *Le Berry*, Paris,
28) Maximillien SORRE (1913) : *Les Pyrénées méditerranéenes*, Paris.
29) René MUSSET (1917) : *Le bas Maine*, Paris.
30) Jules SION (1909) : *Le paysans de la Normandie orientale*, Paris.
31) Raoul BLANCHARD (1938-1956) : *Les Alpes occidentales*, Grenoble.
32) Philippe ARBOS (1922) : *La vie pastorale dans les Alpes françaises*, Paris.
33) Henri CAVAILLÈS (1931) : *La vie pastorale et agricole dans les Pyrénées des Gaves, de l'Adour et des Nestes*, Paris.
34) Jean ROBERT (1939) : *La maison permanente dans les Alpes françaises du Nord*, Grenoble.
35) Max DERRUAU (1949) : *La grande Limagne auvergnate et bourbonnaise*, Clermont-Ferrand.
36) 前掲 (11), 97-116.
37) Etienne JUILLARD (1952) : *La vie rurale dans la plaine de basse Alsace*, Strasbourg.
38) Pierre BRUNET (1957) : *Structure agraire et économie rurale des pays entre Seine et Oise*, Caen.
39) Roger BRUNET (1965) : *Les campagnes toulousaines*, Toulouse,
40) Jacqueline BONNAMOUR (1966) : *Le Morvan-la terre et les hommes-*, Paris,
41) Pierre GOUROU (1936) : *Les paysans du delta tonkinois*, Paris,
42) Jacques WEULERSSE (1934) : *L'Afrique noire*, Paris.
43) Jean RICHARD-MOLLARD (1949) : *L'Afrique occidentale française*, Paris.
44) Pierre MONBEIG (1952) : *Pionniers et planteurs de Sao-Paulo*, Paris.
45) Renée ROCHEFORT (1961) : *Le Travail en Sicile*, Paris.

46) Paul PELISSIER (1966) : *Les paysans du Sénégal*, Saint-Yrieix.
47) Gilles SAUTTER (1966) : *De l'Atlantique au fleuve Congo—une géographie de sous-développement*, Paris.
48) André CHOLLEY (1951) : *Guide de l'étudiant en géographie*, 2e édition, Paris. (山本正三他訳「地理学の方法論的考察」, 1967年, 大明堂).
ショレーの考え方については次の論文に詳しい.
松田 信(1961) : 生活様式論再考. 人文地理, **13**, 501-520.
松田 信(1971) : 地理的複合体概念の展開. 人文地理, **23**, 74-90.
49) 前掲 (48), 訳書における原著者序文.
50) Emmanuel de MARTONNE (1942) : *France phisyque*, Paris.
Albert DEMANGEON (1946, 1948) : *France économique et humaine*, Paris
51) Roger LIVET (1962) : *Habitat rural et structures agraires en basse Provence*, Gap.
なお, structure agraire はこれまで農地構造と訳される場合が多かったが, 用語法から考えると農業構造という訳語がより適切であるように思われる (Pierre GEORGE, éd.(1974) : *Dictionnaire de la géographie*, 2e édition, Paris, p. 403). また, géographie agraire と géographie agricole について, デリュオーは後者が技術的, 経済的側面を重視するのに対して, 前者はより総合的な視点にたつものであると, 両者のニュアンスの相違を指摘している (Max DERRUAU (1976) : *Géographie humaine*, Paris, p. 123).
52) Marc BLOCH (1931) : *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, Paris, (河野健二・飯沼二郎訳「フランス農村史の基本的性格」. 1960年, 創文社).
53) Albert DEMANGEON (1932) : L'histoire rurale de la France *Annales de geographie*, **41**, 233-241.
54) Roger DION (1934) : *Essai sur la formation du paysage rural français*, Tours.
55) Etienne JUILLARD und André MEYNIER, (1955) : Die Agrarlandschaft in Frankreich, *Münchner Geographische Hefte*, **9**, 97p.
Etienne JUILLARD et al. (1957) : *Structures agraires et paysages ruraux*, Nancy.
56) たとえば, 前掲 (38) をはじめとして, André MEYNIER (1966) : La genèse du parcellaire breton, *Norois*, **13**, 595-610.
57) 前掲 (51).
58) 前掲 (39).
59) René LEBEAU (1969) : *Les grands types de structures agraires dans le monde*, Paris.
60) André MEYNIER (1968) : *Les paysages agraires*, 4e édition, Paris.
61) Roger DION (1946) : La part de la géographie et celle de l'histoire dans l'explication de l'habitat rural du Bassin Parisien, *Publications de la Société de Géographie de Lille*, 6-80.
62) Albert DEMANGEON (1927) : La géographie de l'habitat rural, *Annales de géographie*, **36**, 1-23 et 97-114.
63) Albert DEMANGEON (1939) : Types de peuplement rural en France, *Annales de géographie*, 48, 1-21.
64) L'Information Géographique (1957) : *La géographie française du milieu du XXe Siècle*, Paris.
65) 前掲 (64), 133-141.
66) 前掲 (51).
67) 前掲 (59).
68) Albert DEMANGEON (1920) : L'habitation rurale en France, *Annales de géographie.*, **29**, 352-375.
Albert DEMANGEON (1937) : Essai d'une classification des maisons rurales, *Travaux du premier congrès international de folklore*.
69) Daniel FAUCHER (1962) : *La vie rurale vue par un geographe*, Toulouse, 237-252.
70) Daniel FAUCHER (1945) : Evolution des types de maisons rurales, *Annales de géographie*, **53・54**, 241-253.
71) 前掲 (34).

72) Pierre GOUROU (1973) : *Pour une géographie humaine*, Paris, 195-221.
73) Raymond DUGRAND (1956) : La propriété foncière des citadins dans le Bas-Languedoc, *Bulletin de l'association des géographes français*, 259・260, 131-145.
Raymond DUGRAND (1963) : *Villes et compagnes en bas Languedoc*, Paris.
74) Pierre GEORGE, éd. (1959) : *Etudes de géographie rurale*, Paris.
Roger FACON (1958) : Villes et compagnes charentaises—problèmes de propriété rurale, *Norois*, 20, 413-449.
François REITEL (1963) : Deux siècles de propriété rurale dans les environs de Metz, *Revue géographique de l'Est*, 4, 371-384.
フランス各地における都市住民の農地所有に関する研究については，次の論文に要約がしるされている。
野沢秀樹(1973)：フランスにおける都市一農村関係の一側面—都市居住者による農地所有の問題—，藤岡謙二郎編，「世界地誌ゼミナールIV. ヨーロッパ」．大明堂，223-239.
75) 前掲 (40).
76) Armand FREMONT (1968) : *L'élevage en Normandie*, Caen.
77) Jacqueline BONNAMOUR et al. (1971) : Les systèmes régionaux d'exploitation agricole en France, *Etudes rurales*, 43・44, 78-169.
78) Jacqueline BONEAMOUR (1977) : Bilan de l'approche géographique des exploitations agricoles, *Les cahier de Fontnay*, 7, 5-64.
79) Jean-François GRAVIER (1957) : *Paris et le désert Français*, Paris.
80) Philippe PINCHEMEL (1957) : *Structures sociales et dépopulation rurale dans les campagnes picardes de* 1836 *à* 1936, Paris.
81) Jean PITIÉ (1971) : *Exode rural et migrations intérieures en France—l'exemple de la Vienne et du Poitou-Charentes*, Poitiers.
82) Pierre ESTIENEE (1947) : L'étude de la dépopulation en montagne et ses enseignements récents, *Revue de géographie alpine*, 35, 367-378.
Yves BRAVARD (1961) : Le dépeuplement des hautes vallées des Alpes-Maritimes—ses caractères et ses conséquences démographiques, économiques et sociales, *Revue de géographie alpine*, 49, 5-129.
その他の文献については，前掲(18)，p. 345参照.
83) 前掲 (81), 79-228.
84) Jean PITIÉ (1979) : *L'exode rural*, Paris.
85) Daniel FAUCHER (1954) : *Le paysan et la machine*, Paris.
86) Roger CALMES (1968) : Adaptation et modernisation agricole dans une commune du Bas-Ségala, *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 39, 299-322.
87) Michel DELENNE et al. (1966) : Les agriculteurs du Sud-Est face au progrès technique, *Revue de géographie de Lyon*, 41, 177-286.
88) Louis RIEUCAU (1965) : Où en est le remenbrement rural en France, *Etudes rurales*, 18, 69-78.
89) J.-L. CHAIZE (1958) : Un exemple de rememfrement rural en montagne, *Revue de géographie alpine*, 46, 82-96.
Louis RIEUCAU (1962) : Le remembrement rural dans le canton de Clamecy, *Acta geographica*, juin, 3-12.
90) たとえば，Henri de FARCY (1975) : *L'espace rural*, Paris.
91) Roger CALMES et al. (1978) : *L'espace rural français*, Paris.
92) Nicole MATHIEU et Jean-Claud BONTRON (1973) : Les transformations de l'espace rural —problèmes de méthode—, *Etudes rurales*, 49・50, 137-159.
93) Jean-Claud BONTRON et Nicole MATHIEU (1968) : *L'espace rural français—définition et évolution à long terme—*, Paris.
94) 前掲 (4), 25-29.
95) Françoise CRIBIER (1973) : Les résidences secondaries des citadins dans les campagnes françaises, *Etudes rurales*, 49・50, 181-204.

96) Bernard BALBIER (1965) : Méthodes d'étude des résidences secondaries—l'exemple des Basses-Alpes—, *Méditerranée*, 1, 89–111.
97) Roger BONAZZI (1969) : Les résidences secondaries dans le départment de la Haute-Savoie, *Revue de géographie alpine*, 58, 111–134.
98) Françoise CRIBIER (1969) : *La grande migration d'été des citadins en France*, Paris.
99) Henri de FARCY et al. (1967) : *Tourisme et milieu rural*, Paris.
100) Roger BETEILLE (1976) : Le tourisme en milieu rural en France, *L'information géographique*, 40, 174–190.
101) Jean-Michel CUSSET (1975) : *Urbanisation et activités agricoles*, Paris, 292–334.
102) Corrado BARBERIS (1973) : Les ouvriers-paysans en Europe et dans le monde, *Etudes rurales*, 49・50, 106–121.
La documentation française (1971) : *L'agriculture à temps partiel*, Paris.
103) Paul CLAVAL (1977) : *La nouvelle géographie*, Paris.
Roger BRUNET (1972) : Les nouveaux aspects de la recherche géographique—rupture ou raffinement de la tradition?—, *L'espace géographique*, 1, 73–78.
André FEL (1972) : Deux géographies humaines?, *L'espace géographique*, 1, 107–112.
104) Louis CHAUMEIL (1939) : Les travaux et les jours d'un paysan auvergnat, *Annales de géographie*, 48, 138–162.
105) René DUMONT (1951) : *Voyages en France d'un agronome*, Paris.
106) 前掲 (86).
107) Pierre PEDELABORDE (1961) : *L'agriculture dans les plaines alluviales de la presqu'tle de Saint-Germain-en-Laye*, Paris.
108) 前掲 (76).
109) 前掲(78)ならびに Equipe de géographie rurale (Laboratoire de géographie humaine de l'Institut de Paris) (1975) : *Approche géographique des exploitations agricoles*, Paris.
110) 前掲 (1).
111) Jean BOICHARD (1969) : Gestion agricole et géographie rurale, *Revue de géographie de Lyon*, 44, 323–374.
112) 前掲 (4), 59–65.
113) 前掲 (91).
114) 前掲 (77).
115) 前掲 (92).
116) 前掲 (11), 181–188.
117) Michel PHLIPPONNEAU (1960) : *Géographie et action—introduction à la géographie appliquée*, Paris.
C.N.R.S. (1962) : *Colloque national de géographie appliquée*, Paris.
Pierre GEORGE et al. (1964) : *La géographie active*, Paris, (末尾至行他訳「行動の科学としての地理学」. 1969年, 大明堂).
Jean LABASSE (1966) : *L'organisation de l'espace—éléments de géographie volontaire*, Paris.
118) Jean-Paul FERRIER (1973) : L'espace, l'aménagement et la géographie, *L'espace géographique*, 2, 143–159.
John I. CLARKE et Jean PELLETIER, éd. (1978) : *Régions géographiques et régions d'aménagement*, Lyon.
119) 前掲 (117), 38–45.
120) たとえば, Paul VEYRET (1949) : La modernisation de la vie rurale en Suisse, *Revue de géographie alpine*, 37, 379–420.
121) Jean-Claude BONTRON et al. (1976) : Eléments de reflexion sur l'aménagement et l'espace rural en France, *Reflexions sur l'espace rural Français* (2e édition), Paris, 53–85.
122) Jean-Jacques DAYRIES et Michèle DAYRIES (1978) : *La régionlisation*, Paris.
123) Pierre PRÉAU (1964) : Le parc national de la Vanoise—banc d'essai d'une politique d'aménagement de la montagne, *Revue de géographie alpine*, 52, 393–436.

124) Max FALQUE (1973) : Vers une nouvelle fonction de l'agriculture périurbaine, *Etudes rurales*, **49・50**, 69-96.
125) Etienne JUILLARD (1962) : La région—essai de définition, *Annales de géographie*, **71**, 483-499.
126) Jean HAUTREUX et Michel ROCHEFORT (1965) : Physionomie générale de l'armature urbaine française, *Annales de géographie*, **74**, 660-677.
127) 前掲 (4), 133-154.
128) Roger BRUNET (1972) : Pour une théorie de la géographie régionale, *La pensée géographique française contemporaine*, Renne, 649-662.
129) Philippe PINCHEMEL (1974) : Sur la situation actuelle de la géographie, *Tijdschrift voor Econ. en Soc. Geografie*, **65**, 97-101. (高橋伸夫訳(1975) : 地理学の現状について, 地理, **20**-2, 7-12).
130) Maximilien SORRE (1954) : L'orientation actuelle de la géographie humaine, *Norois*, **1**, p. 126.
131) 前掲 (4), 48-65.

(1980年7月7日受理)

英国の Open University の教科書

藤 井 昭 二*

Text Book of the Open University (1972, 1975), Edited by The Science Foundation Course Team and The Geology Course Team, The Open University Press (Great Britain)

Shoji FUJII

1977年英国の国際第四紀学会に出席した際，夏休みというのにスコットランドの田舎の Stirling 大学の食堂はいついっても老人や娘さんらで満員であった。会場のバーミンガム大学でもあちこちに Open University の案内掲示がたてられていた。Post Congress の巡検で最後の宿屋でテレビをつけると朝も夜も，地震の話や大陸移動の話が放映されており，英国はライエル以来の伝統で地質が普通のテレビ番組にはいっているのかと感心した。

帰りケンシントンの地質博物館の売店で地質の本をあさっていると，いろんな項目のうすい教科書が沢山あるので何かとみると Open University Press の本となっており，色ずりのA４版100頁前後の本で，沢山の問題がのっていて面白そうなので，手にはいるだけの教科書をもとめた。１冊２ポンド前後であった。この教科書から類推すると Open University は日本の放送大学に当り，小生の見たテレビチャンネルはたまたま放送大学のチャンネルであり，スターリング大学でおあいした人達も放送大学のスクーリングの人達であった。

教科書から類推すると Open University の地球科学関係は基礎コース34単元中６単元，Second level に Geology, Geochemistry, Earth's Physical Resources の三つにわかれ，夫々６単元となっているようである。

参考のために Science Foundation Course Units の単元は次のようになっている。

1) Science: Its Origins, Scales and Limitations, 2) Observation and Measurement, 3) Mass, Length and Time, 4) Forces, Fields and Energy, 5) The States of Matter, 6) Atoms, Elements and Isotopes: Atomic Structure, 7) The Electronic Structure of Atoms, 8) The Periodic Table and Chemical Bonding, 9) Ions and Solution, 10) Covalent Compounds, 11) 12) Chemical Reactions, 13) Giant Molecules, 14) The Chemistry and Structure of the Cell, 15) 16) Cell Dynamics and the Control of Cellular Activity, 17) The Genetic Code: Growth and Replication, 18) Cells and Organisms, 19) Evolution by Natural Selection, 20) Species and Populations, 21) Unity and Diversity, 22)* The Earth: Its Shape, Internal Structure and Composition, 23)* The Earth's Magnetic Field, 24)*Major Feature of the Earth's Surface, 25)*Continental Movement, Sea Floor Spreading and Plate Tectonics, 26) *27)*Earth History, 28) The Wave Nature of Light, 29) Quantum Theory, 30)

* 富山大学教養部
Department of Geology, College of Liberal Arts, Toyama University

* 藤井の所有しているもの

Quantum Physics and the Atom, 31) The Nucleus of the Atom, 32) Elementary Particles, 33) 34) Science and Society となっており34単元のうち6単元を地球科学が占めている。原則として一単元一冊となっている。

A Second Level Course の Geology は

1)*Earth Materials, 2)*Field Relations, 3)*Palaeontology and Geological Time, 4)* Internal Processes, 5)*Surface Processes, 6)* Historical Geology

Geochemistry は

1) Geochemical Data, 2)*Composition and Structure of the Earth and its Minerals, 3) Geochemical History of the Earth, 4) Geochemical Reaction, 5) Geochemical Cycles, 6) Application of Geochemistry の6単元

The Earth's Physical Resources

1)*Resources and Systems, 2)*Energy Resources, 3)*Mineral Deposits, 4) Constructional and other bulk Materials, 5)*Water Resources, 6) Implications の6単元となっている。

教科書は目次と用語のリスト，その単元の目的，本文，付録，問題の解答と簡単な説明，参考になる本，引用文献，謝辞からなっている。

この中で基礎コースの Major Features of the Earth's Surface, Continental Movement, Sea Floor Spreading and Plate Tectonics と Second Level の Palaeontology, and Geologic Time, Historical Geology などを読んだので簡単にそれを紹介する。Historical Geology は徹底的に Plate の考えがいれられ，日本の教科書によくあることだが Plate の考えが中ばでかかれ，しかし，後の日本列島の地史になると Plate とは全然かんけいのない地史がかかれている。この教科書では各時代毎に，英国で Plate がどのように動いてその時代の岩石が形成されたかのべられている。

Palaeontology and Geologic Time は Introduction, Palaeontology and Fossils, Fossil Identification, What Fossil Can Tell Us? からなっており，最後の章は進化，古環境，化石時計，古地理からなっており適切な例と多くの問題があり，自学自習できるように非常にうまく編集されている。

これらの他に鉱物や化石の図鑑や標本をもたせるしくみになっており，また，他の単元との関係が実によくまとめられている。しかしどの本も製本がわるく，暫らく使っているとすぐにバラバラになる。

どの教科書も自学自習できるように，設問が多くつくられ，自分の知識が定着しているか，間違っていないかがチェックできるようになっている。日本では小・中学校の教科書ではこのようなチェックが行なわれているが，大学の地学の教科書でそのようなチェックが行なわれているのを見ないので目新しいのと，広い地球科学の分野で，夫々の専門が限られ，教えられることが限られてくるので，地球科学を広く自習するのに恰好の教科書である。日本でも放送大学の実験放送が行なわれようとしているが，どのような教科書ができるか楽しみである。　(1980年6月26日受理)

書評と紹介

猪郷久義：古生物コノドント—四億年を刻む化石
NHK ブックス358, 222頁, 図88, 1979年12月, 650円。

日本でコノドントという化石について見聞されるようになったのは1962年秋西ドイツ・ベルリン工科大学のミュラー教授（現在ボン大学）の来日を契機としてからである。私はその折ミュラー教授の講演や栃木県葛生地方の野外巡検に出席し，コノドントをはじめて見ることができた感慨は今もなお忘れることはできない。また九州高千穂町に分布する下部三畳系上村層からコノドントが発見されたのもその折であった。

著者の猪郷久義教授は古生物学専攻の地質学者で，古生界の紡錘虫化石帯の研究で数々の業績をあげておられるが，1961年～1962年米国イリノイ州立地質調査所のトンプソン博士の招聘により留学された。目的は紡錘虫化石の研究であったが，トンプソン博士の息子さんがカンサス大学でコノドントを中心に研究されている話を聞かれ，さらにイリノイ州立地質調査所のコリンソン博士の研究室でコノドントの研究を実際に見聞され，日本に帰って早速コノドントを研究し，時代についていろいろと論争のある石灰岩の時代をコノドントによって明確にしようと決心された。

果たせるかな，猪郷教授は帰国後，下部石炭系と中部石炭系の境界や時代論の解明のために青海石灰岩のアンモナイトを含む石灰岩を手はじめにコノドントの研究に着手し，1963年同石灰岩からコノドントを発見し，地質学雑誌の1963年11月号に掲載された。さらに，1964年4月には日本古生物学会報告・紀事に次々と掲載された。その後も猪郷教授は小池敏夫博士の協力をえて日本および東南アジア各地のコノドントの研究を推進し，数多くの重要な論文を発表しておられるその道の第一人者である。

コノドントに関して20年の研究歴をもつ猪郷教授が今回"古生物コノドント"を出版されたことはきわめて有意義であり当然である。本書はわれわれ専門家にとっても貴重な参考書である。以下章を追って簡単に解説する。

第一章　"微化石の世界"コノドントは有孔虫，放散虫，貝形虫，珪藻，ナンノプランクトンなどと共に微化石に属すことから本章を設け，微化石とは，化石層位学，地質年代区分，化石帯，微化石がつくる岩石，化石層位学の発展と微化石，世界一古い微化石，微化石研究のパイオニアの各節により，微化石がいかに地質学，層位学などにとって重要であるかを37頁，15図により解説している。

第二章　"謎の化石コノドント"本章は65頁，35図よりなるが，パンダー博士の報告，塩酸の失敗，青海の石灰岩，コノドントの形態，自然集合体の発見，コノドントの組織学，ヤムシの謎，コノドントを体内にもった動物化石，脊索動物とは何か，失われた鎖，モンタナ標本への疑問，二つの発見の各節により詳しく解説されている。本章では1856年ソ連の無名の古生物学者パンダーが"ロシアバルチック地方のシルル系産魚類化石のモノグラフ"と題する90頁余りの論文を発表し，小さな小さなツノのようなあるいは魚の歯のような化石をコノドントと命名して以来今日にいたるまでのコノドントの正体についてのあらゆる論文について吟味し，なお現在「メルトンとスコットの発見した化石によって一件落着したかに見えたのに，その後の発見はコノドントがいかなる動物かをますます深いベールにつつんでいくようである」と結んでいる。これをみてもコノドントの研究がもっともっと必要であることを物語っている。

第三章　"四億年の進化史"本章は42頁，17図よりなるが，三葉虫とともに，オルドビス紀の古地理，アルプスとナイアガラの報告，デボン紀の海，石炭・石油とコノドント，二畳紀の危機，繁栄と絶滅の各節により，5億数千万年前に出現し，ほぼ2億年前に突如として消えていった3億数千万年にわたるコノドントの進化をいろいろな話題と共に解説している。

第四章　"コノドントが語る日本列島の生いたち"本章は63頁，20図よりなるが，日本最古の化石，秋吉台のサンゴ礁と幻の大陸，石炭の出ない日本の石炭系，地質学発祥の地，日本の二畳紀

領家変成岩と上麻生礫岩の疑問，コノドントの証明したもの，秩父の武甲山，日本の三畳紀，放散虫チャート論争，ジュラ紀の日本の各節により詳しく解説されており，コノドントの発見が日本列島の地史解明の上にいかに重要かを指摘している。

巻末には，後記として“モーリス博士の「コノドントを食べた動物たち」および「日本の微化石研究の現状」が掲載されている。

(神戸信和)

協会記事

編集委員会（55年度第2回　昭和55年7月25日）
出席者：前島委員長　神戸，佐藤，式，諏訪，松田各委員
議　事：
1. 第89巻5号の編集について審議した。

会館委員会（55年度第3回　昭和55年9月24日）
出席者：山内委員長，梅沢，片山，川上，坂倉各委員
議　事：
1. 貸室の利用状況について報告があった。
2. 玄関に来客報知器取付完了の報告。
3. 会館特別会計の説明があった。
4. 給茶器修理費は会館委負担と決定。
5. 浅見税理士と麹町税務署との間で，昭和55年3月期決算の修正申告について交渉中の旨報告があった。

編集委員会（55年度第3回　昭和55年9月26日）
出席者：前島委員長　井上，神戸，五条，佐藤，諏訪，浜田，松田，山口各委員
議　事：
1. 89巻6号の編集について審議した。

日本地学史資料調査委員会（第27回　昭和55年10月11日）
出席者：小林委員長，石山，今井，岡山，川上，諏訪，土井，渡辺各委員
報　告：
1. 渡辺萬次郎先生を囲む座談会の記録は，地学雑誌，Vol. 89のNo. 5かNo. 6に掲載される予定。
2. 渡辺委員よりINHIGEO (I.G.C.，パリ，1980) に出席の報告があり，Newsletter No. 13 (1979) が各委員に配布された。

議　事：
1. 個人伝記カード作成につき，各委員より作業経過の報告があり，今後さらに作業を進め，次回にもちよることになった。
2. 「日本地学史文献集」の補遺をまとめるため，次回までに各委員がそれぞれの分野で検討しておく。
3. 「総目録の目録」の作成と「地学欧文雑誌所在リスト」の整理については，今後も作業を進める。
4. 先輩の口述記録（とくに地理・気象関係で）の候補を次回までに選ぶ。

行事委員会（55年度第1回　昭和55年10月16日）
出席者：西川委員長，浜田，中村，歌田各委員，協力者，湊　秀雄，島崎吉彦，高崎正義，松田磐余，大矢雅彦（順不同）
議　事：
1. 10月25日の講演会について確認した。
2. 11月17日の筑波学園都市の見学会について確認した。
3. 来年秋に予定された国連大学との共催シンポジウムの持ち方について，数名の協力者を交えて協議した。

訃　報

本協会会員　近藤信興君は昭和54年10月1日，坂本峻雄君は昭和55年4月25日，島　宏君は昭和55年8月11日，炭谷恵副君は昭和54年11月8日，樋口喜六君は昭和54年11月23日，松尾俊郎君は昭和54年7月20日，松下久道君は昭和55年9月3日，波多江信広君は昭和55年9月，飯塚　赶君は昭和55年9月27日，伊藤貞市君は昭和55年10月10日，末野悌六君は昭和55年10月12日逝去された。ここに謹んで哀悼の意を表する。

会　長　坪井誠太郎

地学雑誌 第839号　昭和55年10月20日印刷　昭和55年10月25日発行

編集兼発行者　前島郁雄

発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102　電話東京(261)0809番　振替口座-東京-0-66278番

印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く）　（▲印新刊）

各 460円
〒 400円

上松
足尾
厚田
阿仁合
赤穂
秋葉山
岩内
飯田
今治西部
伊予三崎
岩館
宇部
宇部東部
襟裳岬
渡島小島
飫肥
大垣
大迫
大畑
近江長浜
大屋市場
鬼鹿
尾花沢
小浜
磐田
海南
唐津
冠島
霧島山
串本
鞍岡

甲府
国分
昆布森
猿留
須坂
垂水
田沢湖
但馬竹田
丹後由良
妻籠
土淵
都農
津山東部
都井岬
当別
動木
苫前
富高
那智
男体山
沼田
鋸崎
羽幌
浜益
東茂住
焼岳
平戸
人首
船津
幌加内
本岐
幌泉

母衣月
三日市
三厩
門別
吉野山
呼子
留萌

各 600円
〒 400円

網走
荒島岳
伊万里
内の浦
遠別
雄冬
渡島大島
奥津
鹿屋
上里
蠣ノ浦
加子母
金木
加治木
北見
草津
小口瀬戸
国領
佐用
志布志
周匝

男女群島
鷹巣
達布
田並
太良鉱山
近川
智頭
月形
徳舜瞥
仁位
西徳富
根雨
羽島
初浦
肥前高島付野母崎
日向青島
肥前江ノ島
弘前
深浦
三島
三田井
焼石岳
涌谷
若柳

各 890円
〒 450円

△伊東
五所川原
妹背牛
△横田
脇野沢

850円　〒400円
山形市北部地質図

各 2,390円
〒 500円

▲宿毛伊予鹿島
▲坂城
栗栖川
竹田
蓼科山
▲津島
▲藤沢
若桜

2,390円
〒 都内 450／第一地帯 550／第二〃 650／第三〃 750
浜松

各 1,390円
〒 450円

磯浜
伊良部島
岩沼
稲取
魚津
渡島福島
川尻
金華山
熊石
五城目
尻屋崎
修善寺
下田
竹貫
多良間島
鶴居
利島
富江
那珂湊
野尻
彦根東部

都城
▲御蔵島
▲三崎
屋久島西南部
八雲
陸奥川内
米内沢

各 1,510円
〒 450円

羽後和田
小諸
▲酒田
知内
大樹
館
多里
大正
津幡
飛騨古川
宮古島北部

各 1,840円
〒 450円

▲浅舞
秋田
上石見
木古内
▲千歳
本荘
神門
八が岳
湯沢

2,790円
▲江住

各1組 600円
〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦
大槌・霞露岳
大間・佐井
阿田和・新宮
伊予高山・八幡浜
掛塚・見付

1/20万 地質図　各 〒 300円

各440 円

石巻
男鹿島
唐津
高知
野辺地
羽幌
松山

輪島
伊良湖岬

各 620円

網走
酒田
新庄
標津
苫小牧

深浦
宮津
稚内

各 870円

天塩
広尾
尻屋崎

各 1,140円

根室
鳥取
剣山
斜里
留萌

各 1,310円

宮古島
知床岬
釧路
豊橋
野母崎

1,630円
▲久遠

各 1,870円
静岡および御前崎
旭川

2,350円
弘前および深浦

2,460円
▲札幌

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円
〒 400円

鬼首
高松
徳島
勿来

1/50万 地質図

1,950円
福岡

1,960円
▲鹿児島

500円
八丈島
奄美大島

2,320円
釧路

以上〒 300円

地学雑誌　隔月発行，1カ年9,300円（送料を含む）。巻号によっては分売もいたします。

地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 89, No. 6 (840), 1980

目　　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1880
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物　(▲印新刊)

各 〒400円

縮尺	図名	価格
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/200万	日本地質図(3枚1組)	1,560
1/200万	日本鉱床生成図(14)，鉱種・時代・成因等	720
1/200万	日本鉱床生成図(15-1)，花崗岩類中心	940
1/200万	絶対年代図(16-1)，花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)，変成岩	900
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/200万	日本鉱床分布図(17-2,3,4)，鉛・銅等	3,010
1/200万	日本鉱床分布図(17-5，6)，金・銀・硫黄等	2,120
1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,540
▲1/200万	日本地熱資源賦存地域分布図(20)	1,330
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/ 50万	日本温泉分布図 ｝組の場合1,950円	1.280
	日本温泉鉱泉一覧 ｝	930
1/200万	日本活断層図	930
1/100万	日本地質図(4枚1組)	4,690 〒500
1/ 50万	地質構造図　秋田	890
1/ 50万	後期新生代地質構造図　東京	1,280
1/ 50万	第四紀地殻変動図　近畿	1,580
1/10万・1/5万	伊豆半島活断層図	1,390
1/ 20万	信越地域活構造図	1,560
1/ 10万	石狩沖積低地地質図	1,240
1/2万5千	佐世保北部地域地質図	850
1/2万5千	鬼首地質図	650
1/ 10万	東京湾とその周辺地域の地質図の説明書のみ	1,080

海洋地質図　各 〒400円

縮尺	番号	図名	価格
1/ 20万	(3)	相模灘及付近海底地質図(説明書付)	1,840
1/ 20万	(4)	相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(5)	紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(6)	紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(7)	琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(8)	西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(9)	八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(10)	八戸沖海底地質図(説明書付)	1,970
1/100万	(11)	日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/ 20万	(12)	西津軽海盆表層堆積図	2,440
1/100万	▲(13)	日本海南部及び対島海峡	2,430
1/100万	▲(14)	北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

図名	番号	地域	縮尺	価格
日本油田ガス田図	(I)	青山奥	1/5万	820
〃	(II)	横浜	1/1万5千	820
〃	(III)	横須賀	1/2万	820
〃	(VII)	魚沼	1/5万(説明書付)	3,410 〒800
〃	(VIII)	本宿	1/2万5千	1,510
〃	(IX)	七谷	1/2万5千	820
〃	(X)	茂原	1/5万・1/1万5千	2,140
〃	(XI)	佐渡	1/5万(説明書付)	3,020 〒800

日本水理地質図　各 〒400円

番号	図名	価格
(4)	山梨県釜無川及び笛吹川流域	650
(5)	香東川・土器川・財田川流域	650
(6)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	650
(7)	千葉西部	650
(8)	奈良県大和川流域	650
(11)	長野県松本盆地	650
(12)	兵庫県南西部	650
(13)	佐賀・福岡県筑後川中流域	650
(15)	都城盆地	650
(16)	仙台湾臨海地域	840
(17)	高知県・鏡川・国分川及び物部川流域	650
(18)	福岡・大分山国川及び駅館川流域	650
(19)	熊本県白川及び黒川流域	650
(20)	鳥取県日野川流域	840
(21)	福岡県矢部川中流域	840
(22)	山梨・長野県釜無川上流域	1,110
(23)	長野・群馬県湯川及び吾妻川流域	1,390
(24)	長野県千曲川中流域	1,390
(25)	島原半島	1,510
(26)	長崎県諫早北高地区	1,260
(27)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,260
(28)	福島県郡山盆地	1,390
(29)	福島盆地	1,540
▲(30)	甲府盆地	1,530

空中磁気図　各 〒450円

番号	図名	価格
(I)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
(II)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
(III)	浜頓別―雄武―網走海域	590
(IV)	御前崎―浜松―豊橋海域	590
(V)	西九州長崎―川内海域	590
(VI. VII)	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
(VIII. IX. X)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,030
(XI XII)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,030
(XIII)	福井-豊岡-隠岐海域	590
(XIV. XV. XVI)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,550
(XVII, XVIII)	天北-十勝地域	590
(XIX. XX)	日高―大雪地域	590
(XXI. XXII)	奥尻―津軽―西津軽―男鹿半島―酒田海域	1,030
(XXIII)	五島列島―野母崎―男女群島―甑島海域	1,030
(XXIV)	北見地域	590
(XXV)	大隅半島―屋久島―種子島東方海域	1,030
(XXVI)	佐渡相川―輪島―糸魚川―七尾海域	1,030
(XXVII)	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島―房総沖海域	1,030

各〒760円(ただしI，II，IIIは都内760円
第一地帯880円　第二 〃1030円　第三 〃1180円)

図名	番号	地域	価格
日本炭田図	(I)	常磐炭田図(説明書付)	1,760
〃	(II)	北松炭田図　(〃)	2,930
〃	(III)	留萌炭田大和地区　(〃)	730
〃	(IV)	常磐炭田泉地域　(〃)	730
〃	(V)	釧路炭田新雄別地域(〃)	730
〃	(VI)	石狩炭田空知区東芦辺地域(〃)	1,330
〃	(VII)	釧路炭田北西部　(〃)	1,330
〃	(VIII)	雨竜―留萌　(〃)	2,930
〃	(IX)	佐世保市南西部　(〃)	1,330
〃	(X)	新潟県赤谷　(〃)	1,330
〃	(XII)	佐世保市西南部地域(〃)	1,760
〃	(XIII)	天北炭田地質図 ｝組の場合 7,730	4,190
		炭層対比図炭柱図 ｝	2,650
		天北炭田説明書 ｝	1,330

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 760円　第一地帯 880円
第二 〃 1030円　第三 〃 1180円
並製 3,780円

写真 1　鉢ヶ岳頂上の砂礫斜面と白馬岳

白馬岳の砂礫斜面

Rubble slopes in Mt. Shirouma-dake

飛驒山脈北部にある白馬岳（2,933 m）の森林限界以上には，ほとんど植生におおわれていない砂礫斜面が広く分布している。稜線の風上側にある周氷河砂礫斜面と風下側にある残雪砂礫斜面との２種類の砂礫斜面が区別される。

写真１は，鉢ヶ岳頂上（2,567 m）から南を望んだものである。前景には boulder サイズの花崗斑岩礫からなる周氷河砂礫斜面がひろがっている。遠景のスカイラインは，左から右へ三国境，白馬岳，旭岳と連らなる。周氷河砂礫斜面・岩壁・ハイマツ群落地が雪から露出している。白馬岳と旭岳のあいだの凹型斜面は，いわゆる旭岳のカールである。(1980年６月４日撮影)

写真２は，南側から鉢ヶ岳の山稜で1980年６月４日の状態。稜線の東側と，西側でも凹地内は残雪におおわれているので，写っている砂礫斜面は周氷河砂礫斜面である。cobble・pebble サイズの流紋岩礫から構成さている。写真３は，ほぼおなじ位置から1978年10月８日に撮影したもの。写真２と比較すると，６月に残雪におおわれている場所は，残雪砂礫斜面や草地になっていることがわかる。(岩田修二撮影，Photo by S. IWATA)

写真 2 （上）と**写真 3**（下）南側からみた鉢ケ岳の春と秋の状態

地学雑誌 89, 6 (1980)

白馬岳の砂礫斜面に働く地形形成作用

――移動様式とその強度――

岩 田 修 二*

Types and Intensity of the Processes in the High Mountain Region of Shirouma-dake, the Japan Alps.

Shuji IWATA*

Abstract

Movement types and intensity of surface processes were investigated on the slopes above the forest line of Mt. Shirouma-dake (2,933 m. a. s. l., 36°45′N, 137°45′E). The slopes studied are vegetation-free or sparsely vegetation covered ones that are mantled with rubble layers (thin layers of rock fragments).

There are six types of slow mass movement operating on the rubble slopes; talus creep, frost creep, needle ice creep, gelifluction, rapid solifluction, and a movement derived from snowpack creep. Rapid mass movement processes such as rockfalls, debris flows, and rolling down of stones often occur, but only a small amount of the materials is moved. Running water, supplied by rainfall and melting of snow and ground ice, carries the debris. While the amount of the materials moved by wash are not so large on the rubble slopes, the channel erosion is one of the important processes on the nivational rubble slopes that are covered by the long lasting snowpatches. The particle movement by wind and the transport in solution are probably insignificant on the study slopes.

Relative vertical mass transfer in unit area that is a geomorphic work of process is estimated for a quantitative comparison of process intensity. The processes acting on the slopes are grouped as following five process sets according to their rates and types of the movements. I) Periglacial process set with low raet. II) Periglacial process set with medial rate. III) Nivational process set with low rate. IV) Nivational process set with medial rate. V) Nivational process set with high rate. The slow mass movements cover over 75 percent of the total mass transfer of the periglacial process set. The value of the slow mass movements of the nivational process set, however, is limited less than 75 percent of the total value and the remainder is mostly comprised in value of channel erosion. While the periglacial process sets occur on the periglacial rubble slopes that are put under the snow free dry conditions throughout the year, the nivational process sets occur on the nivational rubble slopes. The rate of these process sets vary according to the differences of the climatic environments, slope forms and

* 東京都立大学理学部地理学教室
Department Geography, Tokyo Metropolitan University.

gradients, and slope materials; size of the surface material and thickness of the rubble layer. Among them the slope materials perform the important role. The process sets with low rate (less than 3.0×10^{3} m·t/Km²·yr.) correspond with the processes occurring on the slopes which are mantled by the boulder size debris. The process sets with high rate (over 6.0×10^{3}m·t/Km²·yr.) occur both on the nivational slope with steep gradients and the nivational slopes covered by fine materials.

I. はじめに

シュヴィンド (1936) や小林国夫 (1956) は，日本アルプスの山頂部の地形形成作用が，東側斜面と西側斜面とで大きく異なることをあきらかにした。稜線の西側斜面には，凍結と関係したクリープが卓越し，稜線の東側斜面にはニベーションが卓越しているという。彼等は，このことを，斜面物質の凍結状態や積雪の状態，斜面の形態や斜面上の微地形などの観察から推定したのであって，作用している地形形成作用そのもののくわしい調査をおこなったわけではない。

一般的にいって,高山には多くの地形形成作用が複雑にからみあって作用している。それゆえ,それらの地形形成作用を総合的に調査しなければ，ある場所における卓越した地形形成作用をあきらかにすることはできない。高山地域に調査域を定めて，その範囲内の地形形成作用のすべてを記載，または計測した例としては，RAPP (1960)，SCHWEIZER (1968)，CAINE (1974, 1976) などの研究が外国にはある。しかしながら，わが国では，そのような研究はまだおこなわれていない。

この論文では，白馬岳の高山域の，植生のない，あるいは植生のまばらな砂礫斜面において，まず，現在作用している地形形成作用を，地表物質の移動様式別にリストアップし，その分布をのべ，つぎにそれぞれの地形形成作用の強さの見積りをおこなう。そして，それらを通して，日本アルプスの高山の斜面に卓越しているとされる凍結と関係したクリープとニベーションの様態をあきらかにしたい。

調査地域として白馬岳をえらんだ理由は，そこが，砂礫斜面の分布が広いこと，強風・多雪・多雨という気候条件がみたされていることによる。強風・多雪・多雨という気候条件は，世界各地の高山を見わたしても，他の場所ではみられない気候環境である。そこでの地形形成作用をあきらかにすることは，気候地形学的にみても意義深いといえよう。具体的な問題にはいるまえに，地形形成作用についての私の見解をあきらかにしておく必要があろう。この論文では，CARSON and KIRKBY (1972, p. 99) にしたがって，地形形成作用 (a geomorphic process) を，地表物質が移動するためのメカニズムあるいはメカニズムのグループと定義する。それゆえ，物質の位置の変化をともなわない風化作用は，地形形成作用には含めない。移動の様式によって，地形形成作用は，表層物質がまとまった塊，あるいは一団となって移動するタイプ＝マスムーブメントと，流体の移動にとりこまれて粒子が個別に移動するタイプとに大別される。さらに前者（マスムーブメント）は，運動速度が視覚でとらえられる程度に大きい急速度タイプと，それより動きがおそい緩速度タイプとに分けられる。

この論文中であつかう緩速度タイプのマスムーブメントとしては，フロストクリープ，霜柱クリープ，ジェリフラクション，ラピッドソリフラクション，テーラスクリープ，残雪のひきずりによる移動があげられる。急速度タイプのマスムーブメントとしては，落石，土石流，ローリングダウンがあげられる。流体の移動にともなう粒子の移動としては，雨滴によるもの，ウォッシュ，水路での運搬，溶質としての運搬，風による運搬があげられる。これらの定義は，それぞれの項でのべる。

II. 砂礫斜面の特性と調査の方法

白馬岳の頂上から北側の三国境・鉢ケ岳にかけての森林限界以上には，植生をほとんどもたない砂礫斜面が連続して，あるいはパッチ状に広く分布している（第1図・口絵写真1）。それらの砂礫斜面は，その

微気候環境，形態(プロファイルと傾斜)，斜面表面を構成する礫の大きさによって，第1表の21のタイプに分類される。

周氷河タイプと残雪タイプとの区別は，斜面の微気候環境のちがいによって分けられる（口絵写真2，3)。周氷河タイプでは，積雪深が小さく，積雪期間もごく短いので，地表は強い風にさらされるうえ，斜面物質は凍結の影響を強くうける。表層部は，10月～11月と3月～5月の期間には凍結・融解をくりかえし，12月～2月は凍結したままである。これに対して，11月ごろから翌年の7月～8月まで積雪におおわれる残雪タイプでは，積雪が斜面物質を凍結・融解と風から保護する。凍結・融解のくりかえしは，雪がつもるまえの10月におこるだけである。積雪におおわれている間は，斜面物質の表層部は凍結したままで，積雪が消滅したのち急速に融解する。

この地域には，前線の活動と台風とにともなってしばしば大量の降雨がある。白馬山荘での7・8月の観測記録（1968～1977年)[1]によると，1969年8月の月降水量1103mm，1976年8月の月降水量975mmが記録されている。

第1図　白馬岳の砂礫斜面。点を打った部分が砂礫斜面。A-K は測定斜面。F は測定流域。Tはトアの倒壊がおこった場所。等高線間隔は100m.

砂礫斜面は，ほぼ35° 以下の傾斜をもち，25°を境にして緩傾斜タイプと急傾斜タイプとに分けられる。また斜面プロファイルによって，凸型・平滑型・凹型に区分される。周氷河タイプでは凸型・平滑型が，残雪タイプでは凹型・平滑型がほとんどをしめる（口絵写真2，3)。

砂礫斜面の表層部は，細粒物質をふくまない礫ばかりの薄層から構成されている。これを表面角礫層とよび，下位にある細粒物質層（礫まじり砂質シルト層）とは明瞭に区別できる。第2表に示すように，礫の粒径と層厚によって，表面角礫層は4つの主要なタイプに分けられる，この4つのタイプの分布は，斜面形や地形的位置よりも，基盤岩の岩質の分布とよく対応している。

周氷河砂礫斜面には，草本群落・わい生低木群落の小さなパッチや，まばらな草本が生育している。いっぽう，残雪砂礫斜面の中心部は，地衣類も生育しない完全な無植生地になっている場合が多い。

1970年から78年にかけて，第1図に示した砂礫斜面を対象に調査をおこなった。砂礫斜面における地表物質の移動様式の種類については，斜面の微気候環境と地表面の状態の観察とから推定することができる。また，ローブ (lobe)・リル (rill)・崩壊跡地のような斜面上の微地形の観察からも，作用した地形形成作用を知ることができる。調査地域の砂礫斜面のすべてを対象に，このような観察をおこなった。しかし，移動様式と移動量についてのくわしい調査は，第1図に示した測定斜面のみでおこなった。

微気候環境・斜面形態・表面の状態が異なる11カ所の斜面で，緩速度のマスムーブメントの移動様式と移動速度を調査した。斜面表面に等高線方向にひいたペンキの線の変形と，鉛直（地心方向）に埋設した

第1表 白馬岳の高山域にある砂礫斜面のタイプ

	略号	微気候環境のタイプ	形態のタイプ		表面角礫層のタイプ
			斜面形	傾斜(平均)	
1	PLsB	周氷河型	平滑型	急(28°)	巨礫型
2	PLsCp				中小礫型
3	PLsVi				薄層淘汰不良型
4	PLsVp				薄層小礫型
5	PXgB		凸型	緩(18°)	巨礫型
6	PXgCp				中小礫型
7	PXgVi				薄層淘汰不良型
8	PXgVp				薄層小礫型
9	NLsB	残雪型	平滑型	急(32°)	巨礫型
10	NLsCp				中小礫型
11	NLsVi				薄層淘汰不良型
12	NLsVp				薄層小礫型
13	NLgCp		平滑型	緩(14°)	中小礫型
14	NHsB		凹型	急(32°)	巨礫型
15	NHsCp				中小礫型
16	NHsVi				薄層淘汰不良型
17	NHsVp				薄層小礫型
18	NHgB		凹型	緩(14°)	巨礫型
19	NHgCp				中小礫型
20	NHgVi				薄層淘汰不良型
21	NHgVp				薄層小礫型

IWATA(1981)による。

第2表 表面角礫層の4つの主要なタイプ

	略号	タイプ	表面をおおう主要な礫の長径	表面角礫層の厚さ	岩 質
1	B	巨礫型	25cm 以上	30cm 以上	頁岩・粘板岩花崗斑岩
2	Cp	中小礫型	25cm 以下	30-5cm	流紋岩
3	Vi	薄層淘汰不良型	25cm 以上のものから10cm 以下のものまで各種	5cm 以下	頁岩・粘板岩・珪質緑色千枚岩・未凝固堆積物
4	Vp	薄層小礫型	10cm 以下	5cm 以下	蛇紋岩

ビニールチューブの変形とから，移動様式を区別し移動量をもとめた。そのくわしい方法は岩田ほか(1974)と相馬ほか(1979)を参照されたい。

急速度のマスムーブメントがおこった結果形成された地形の観察から，その移動様式を知ることができた。また，それらの地形の体積または容積を計測することによって移動量をもとめることができた。

ウォッシュ量の測定を，長池付近の小流域Fにおいて，1975年5月～10月におこなった。斜面上の4カ所に Gerlach タイプのトラップ，流域の出口には堰をもうけて流出土砂礫の測定をおこなった（一部は林 (1976) に報告されている)。水路での土砂運搬量の測定を，残雪砂礫斜面Aにおいて，リルの深さの変化を計測することによって求めた。

これらの測定は，システマチックにおこなわれたとはいえず，そのため，調査地の砂礫斜面の地表物質

の移動様式と移動量が全面的に高い精度であきらかになったとはいいがたい。しかし，さまざまのタイプの砂礫斜面において，どのような地形形成作用が，どのような強さでおこるかのめやすとしての意味はあると考えている。

III. 地形形成作用の分布と地表物質の移動量

(1) 緩速度のマスムーブメント

白馬岳の砂礫斜面に働く緩速度のマスムーブメントの移動様式と移動速度については，すでに，岩田ほか (1974)，高山地形研究グループ (1978)，相馬ほか (1979)，小泉 (1979) によって報告されている。それらの結果をまとめて第3表に示した。

第3表　砂礫斜面におけるペンキ塗布礫の変位量

測定斜面と計測ライン	平均傾斜 (°)	表面角礫層のタイプ	岩質	平均変位量 (cm/年)	主要な移動様式
周氷河斜面					
J Ⅳ・Ⅴ	34	B	Gp	1**	テーラスクリープ
H Ⅲ	24	B	Qp	5***	テーラスクリープ
J Ⅱ・Ⅲ	22	C	Gp	9**	フロストクリープ
C Ⅱ・Ⅲ	23	Ps	R	27*	フロストクリープ・霜柱クリープ
C Ⅳ	30	C・Pd	R	30*	フロストクリープ・ローリングダウン
C Ⅰ	11	Ps	R	20*	フロストクリープ・霜柱クリープ
H Ⅰ・Ⅱ	27	Vi	Ph	22***	フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクション
K Ⅰ	24	Vp	S	20****	フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクション
I Ⅰ	23	Vp	R	27**	フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクション
K Ⅱ	30	Vp	S	45****	霜柱クリープ・ジェリフラクション・ローリングダウン
残雪斜面					
D Ⅲ	14	C	R	1*	テーラスクリープ
A Ⅶ	29	C	R	9*	フロストクリープ
A Ⅳ	25	C・Ps	R	33*	ジェリフラクション・フロストクリープ・霜柱クリープ
A Ⅴ・Ⅵ	21	C・Ps	R	20*	ジェリフラクション・フロストクリープ・霜柱クリープ
E Ⅰ・Ⅱ	28	Ps・Vp	R	24*	ジェリフラクション・フロストクリープ・霜柱クリープ・ラピッドソリフラクション・ローリングダウン
A Ⅰ・Ⅱ	22	Vp	R	41*	フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクション・ラピッドソリフラクション

変位量測定期間：* 1974–77，** 1975–76，*** 1976–77，**** 1977–8，Gp，花崗斑岩 Qp，石英斑岩．R，流紋岩．S，蛇紋岩．Ph，緑色千枚岩．B，巨礫型．C，中礫型．Ps，小礫浅型．Pd，小礫深型．Vi，薄層淘汰不良型．Vp，薄層小礫型．

この表からわかるように，白馬岳の砂礫斜面では，異った移動様式の地形形成作用が重複して作用し，その結果ペンキ線やビニールチューブの変形が生じている。測定ラインごとに平均した斜面表面での移動距離は，場所によって大きく異なる。周氷河砂礫斜面巨礫型の表面角礫層の場所や，残雪砂礫斜面 cobble サイズ表面角礫層の場所では，年間の移動距離が数 cm である。いっぽう，周氷河砂礫斜面の pebble サイズの表面角礫層の場所や，残雪砂礫斜面の薄層小礫型の表面角礫層の場所には，年間の移動量が 30cm を越えるものもある。これに対して，物質の移動が生じている深さは，20～30 cm という測定値が得られており，場所による変化は小さいとみられる。移動様式と移動速度の場所によるちがいがはなはだしい原因は，斜面の微気候環境，とくに残雪ののこり方，傾斜，表面角礫層，微地形や植生などの場所に

よるちがいが大きいことによる。

このような複雑さをときほぐすために，以下では，まず移動の様式ごとにその分布と移動速度をみてゆこう。

a） フロストクリープ（frost creep）

斜面物質の凍結・融解にともなっておこる地表面にごく近い表層物質の斜面下方への移動である。表面に直角に近い方向に砂礫がもちあがり，鉛直に近い方向に落下することのくりかえしで移動がおこる。地表面での移動量は年に数センチメートルで大きくないが，移動が生じる深さは20～30cm に達する。

地面の凍結状態からみて，巨礫型以外の砂礫斜面ではどこでもフロストクリープがおこっているといえる。なかでも，凍結・融解のくりかえしが春と秋にひんぱんにおこる周氷河砂礫斜面では，緩速度のマスムーブメントにしめるフロストクリープの割合は大きい，これに対して，秋にしか凍結・融解がおこらない残雪砂礫斜面では，フロストクリープの重要度はひくい。また，ジェリフラクションやラピットソリフラクションがおこりにくい中礫型の表面角礫層からなる斜面でも，フロストクリープがしめる割合は大きい。

b） 霜柱クリープ

フロストクリープのうち，霜柱状凍結によっておこるものをとくに区別して霜柱クリープとよぶ。霜柱は，調査地にふつうにみられる。表面の薄い角礫層とその下の細粒物質層との間にひんぱんに形成されるので，霜柱クリープによって効果的に移動するのは表面の薄い礫層である。フロストクリープとくらべて，1回の凍土量は大きく，しかも垂直断面における移動の軌跡はジグザグに近くなるから，移動距離は大きくなる。凍結・融解サイクルの頻度や斜面の傾斜によって場所ごとの移動量は大きく異なるが，1年あたり10～20cm に達することもある。

周氷河砂礫斜面の小礫薄層型の表面角礫層の場所，たとえば，礫質条線上の細粒部分などで典型的なものがみられる。そのような場合，まわりの粗粒部より移動量が大きくなるから，ペンキの線の平面パターンはローブ状になる。

c） ジェリフラクション（Gelifluction）

凍土後の斜面物質が，融解時に重力方向に沈下するだけではなく，地表面に平行に斜面下方へ移動する場合をいう。鉛直方向の速度分布（velocity profile）が粘性流のものと似ているため，流れの一種であると考えられているが，細かなメカニズムはよくわかっていない。表面での平均的な移動距離はフロストクリープや霜柱クリープより大きく，1年あたり 10cm 程度である。移動距離が大きな部分では1年あたり 40cm にも達することがあり，その場合ペンキ線はローブ状の平面パターンになる。移動のおこる深さは 20～30cm である。ソリフラクションとも呼ばれるが，ここでは WASHBURN（1967, pp. 10～14）の定義にしたがってジェリフラクションをもちいる。

細粒物質層が表面近くにある薄層タイプの表面角礫層の場所で，ジェリフラクションはふつうである。周氷河砂礫斜面でよりも，融雪水に富み，斜面物質の融解が急激におこる残雪砂礫斜面の方で，よりおこりやすい。残雪砂礫斜面の場合，ジェリフラクションがおこるのは，初夏・夏期の残雪が融解する時期である。

d） ラピッドソリフラクション（Rapid solifluction）

斜面物質の融解時におこる水で飽和された細粒物質のゆっくりした移動である。ペンキ線はローブ状に変形し，年間の移動距離は40～50cmにも達するが1m を越えない。表面近くの厚さ1～2cm の部分が明瞭なすべり面をもって移動することで，ジェリフラクションと区別される（相馬ほか，1979）。

発現する場所の条件はジェリフラクションと似ているが，より湿潤で細粒物質に富む場所で発生する。新鮮な土石流堆積物の表面，細礫サイズの表面角礫層の場所で，とくに融雪水の供給が多い場合にみられる。

e）テーラスクリープ（Talus creep）

巨礫型の表面角礫層の場所でおこる年間数センチメートルから10cm 以下の移動である。巨礫型の斜面では，礫の間を充てんする細粒物質が深い部分まで欠除しているため，凍上やジェリフラクションなどの他のマスムーブメントがおこらない。テーラスクリープの移動のメカニズムはよくわかっていないが（CARSON and KIRKBY 1972, p. 278），巨礫型の砂礫斜面での主要な移動様式である。

f）残雪のひきずりによる移動

急斜面上の残雪がゆっくり斜面下方へすべるのに引きずられておこる斜面表面での砂礫の移動である。急傾斜の残雪砂礫斜面のうち，表面角礫層がうすい場所でおこっている。しかしながら，これまでの調査では，この移動様式による移動速度がどのくらいになるかは，計測されていない。厚い表面角礫層をもつ斜面では，残雪の底が礫に食いこみ透明氷になっており，その下の細粒物質層は凍結している。つまり残雪は斜面に凍りついており，残雪のひきずりによる砂礫の移動はおこっていないと考えられる。

これらの移動様式が，実際の斜面にどのように作用しているかの２つの例をみよう。

第２図　測定斜面 C．I-IV は測定用ペンキライン。等高線間隔は 2m.

測定斜面 C（第２図）：周氷河砂礫斜面である。傾斜がゆるい斜面上部（ラインI・II）では，条線土が発達する厚さ５cm 前後の表面角礫層がみられる。条線土の粗粒部分ではフロトクリープがおもな移動様式であるのに対して，細礫部分には霜柱クリープやジェリフラクションも作用する。移動距離は20cm/年程度であるが，傾斜が急になるにつれて大きくなる。

斜面下部（ラインIII・IV）の表面角礫層には，粗大な cobble サイズからなる部分と，細かい pebble サイズの礫が20cm 以上も積み重なっている部分とがある。粗大部分ではフロストクリープがおもな移動様式なので，傾斜が30° に達するにもかかわらず移動距離は大きくない。細礫部には，フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクションが重複して作用するうえ，急速度マスムーブメントの項でのべるローリングダウンがおこり，移動距離が大きくなり，その結果，ラインの値が大きくなる。斜面北側に散在する巨礫型の表面角礫層の場所ではテーラスクリープしかおこらず，傾斜にかかわらず移動距離は小さい。

測定斜面 A（第３図）：残雪砂礫斜面で傾斜の21°～25° でほぼ一定である。斜面の上部ほど早く残雪から解放され，下部が残雪から完全に解放されるのは８月上旬である。斜面上部では，表面角礫層は薄層小礫型で，フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクション・ラピッドソリフラクションが作用しており，平均の表面礫の移動距離は40cm/年以上に達する。これに対して，斜面の中部では表面角礫層が中小礫タイプになり，ラピッドソリフラクションがおこらず，平均の移動距離は上部より小さく 20cm/年である。下部では，礫の移動距離が小さい中礫型の表面角礫層の部分と，ラピッドソリフラクションがひんぱんにおこり移動距離が大きい薄層小礫型の部分とがみられ，平均の移動距離はやや大きくなる。

次に場所ごとの卓越する移動様式と移動速度を整理しよう。

周氷河砂礫斜面と残雪砂礫斜面では，卓越する移動様式が異なる。周氷河砂礫斜面ではフロストクリープと霜柱クリープとが卓越しているのに対し，残雪砂礫斜面ではジェリフラクションが卓越し，ラピッドソリフラクションの分布も広い。斜面の傾斜が急になると礫の移動距離は大きくなるが，傾斜による移動様式の変化はあまりみられない。これに対して，表面角礫層のタイプのちがいによる移動様式と移動距離のちがいは大きい。巨礫型の斜面ではテーラスクリープだけしかおこらないから移動距離は最小である。中小礫型のうち，cobble サイズの場所ではテーラスクリープとフロストクリープしかおこらないから移動

第３図　測定斜面 A．I-VI は測定用ペンキライン。等高線間隔は 2m.

距離は小さいが，pebble サイズの場所では，これらに加えて霜柱クリープとジェリフラクションが効果的に作用して移動距離は大きくなる。薄層淘汰不良型の場所では，霜柱クリープやジェリフラクションも作用するが，巨礫が多く含まれることと植生の発達がよいことのために移動距離は大きくない。薄層小礫型の場所では，フロストクリープ・霜柱クリープ・ジェリフラクションが効果的におこる。周氷河砂礫斜面の場合，移動距離は，中小礫型の pebble サイズの場合とおなじかやや下まわる程度であるが，残雪砂礫斜面の場合にはラピッドソリフラクションが加わるため移動距離はたいへん大きくなる。

これらの緩速度マスムーブメントをまとめると，やや深い層まで動くおそい動き――テーラスクリープ・フロストクリープ・ジェリフラクションと，表面の浅い層だけが動くやや速い動き――霜柱クリープ・ラピッドソリフラクションとの２つに分けることができる。これらのうち，テーラスクリープしかおこらない巨礫型の斜面をのぞくと，周氷河砂礫斜面ではフロストクリープと霜柱クリープとの組みあわせが，残雪砂礫斜面ではジェリフラクションとラピッドソリフラクションとの組みあわせが一般的である。

(2) 急速度のマスムーブメント

山地に働く地形形成作用のうち，急速度のマスムーブメントが占める比重は大きい (RAPP 1960；MACHIDA 1966；CAINE 1974)。しかし，35° 以下の傾斜しかない砂礫斜面では，その頻度は小さくとくに重要というほどではない。

a） 落石 (Rock fall)

岩壁や，岩がちの急斜面をつくっている岩石が節理にそってはがれ落下するのを，ここではすべて落石とよぶ。大きな岩塊が落下したり，トア (tor) が倒壊するような slab failure から，岩つぶがパラパラはげ落ちる granular disintegration までをふくめる (CARSON and KIRKBY 1972；p. 111-112)。

急な岩壁やトアの表面からの落石の量は，機械的風化作用によって基盤岩から離脱する岩片の量によって支配される。岩壁の表面にペンキをぬって，年間にはがれおちる岩片の量を計測した結果から（高山地形研究クループ 1978；p. 21-22)，現在の環境下における機械的風化の強さは，流紋岩・蛇紋岩ではげしく，古生界の粘板岩・頁岩や花崗斑岩ではおだやかであることがあきらかになった。このことは，調査地内の露岩の表面や岩壁の脚部に堆積した新鮮な岩屑の量の観察からもうらづけられる。

旭岳東面の岩壁下の崖錐上に位置する砂礫斜面をのぞくと，調査地内の砂礫斜面でおこる落石は，砂礫斜面に露出した小面積の露岩やトアから発生するものばかりで，量は少ない。鉢ケ岳南東山稜の流紋岩地では，調査期間中にトアの倒壊がおこった（第１図)。体積およそ 0.8m³ のトアがくずれ，岩片はその下方の斜面にそって長さ76.5m（上下端の高度差47.5m）にわたってちらばった。

b） 土石流

台風などによる集中的な降雨時に発生するが，調査地のものは非常に小規模なものである。ガリーと，その下端に舌状の堆積地形とが形成される。第４図に示したのは，1975年８月23日（白馬山荘での日降水量294.5mm）に測定斜面Ｆでおこったもので，0.34m³ の物質が７m 流下した。

融雪水にめぐまれている残雪砂礫斜面では，土石流はひんぱんにおこり舌状の堆積地形が形成される。

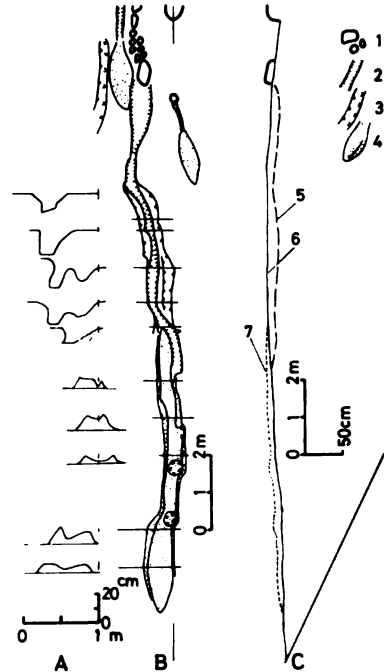
1975年と1976年に測定斜面AとDでおこったものを第4表に示した。測定斜面Dのような，傾斜がゆるく（平均16°），cobble サイズの礫の場所が広い斜面にも数多く形成される。しかし，巨礫型の斜面では，すでにあるリルの内部でおこるもの以外は発生しにくい。薄層型の斜面では，土石流は発生しやすいが，周氷河砂礫斜面の薄層淘汰不良型では，パッチ状または縞状に発達する植生のため移動距離が短かくなる。

c） ローリングダウン（Rolling down，転落）

斜面上の礫が個別に斜面下方へ転落・滑動する作用で，霜柱の崩壊，落石，人や動物の歩行などが衝撃をあたえた結果おこる。周氷河砂礫斜面のうち，測定斜面Cの下部のように，傾斜が急で pebble サイズの表面角礫層が厚い部分では，ローリングダウンはひんぱんに，しかもまとまっておこる。残雪砂礫斜面のうち，急傾斜の薄層型のものでは，秋の霜柱融解時によく観察される。ローリングダウンによる移動量は，緩速度のマスムーブメント測定のためのペンキ塗布礫の移動から知ることができた。その移動距離は，傾斜によって大きく左右されるが，測定斜面Aでの平均の値は1.26m/年であった。

(3) 流体の移動にともなう粒子個別の移動

a） 雨滴による移動（rain splash transport）

雨滴の落下の衝撃によってはねとばされることによる細礫（granule）や砂粒の移動である。これによって移動する物質は，おもに細粒物質であるから，pebble サイズ以上の表面角礫層におおわれている調査地の砂礫斜面での重要度は低い。緩速度のマスムーブメント測定のためのペンキ塗布は，granule サイズにもおこなわれたが，雨滴による移動とおもわれるランダムな散らばりはごく少なかった。

第4図 測定斜面Fで1975年8月形成された土石流地形。A，横断プロファイル。B，平面。C，縦断プロファイル。1，礫。2，溝の側壁。3，溝の側壁（緩傾斜のもの）。4，堆積地形

第4表 測定斜面 A・D における土石流による舌状堆積地形（1975・76年）

測定斜面	長さ ×	幅 (m)	× 厚さ	体積(m³)	発生時期
A	12	2.5	0.1	2.6	1976年8月
D	8	2	0.05	0.83	1975年8月23日
	5	1	0.1	0.50	1976年8月
	3	2	0.05	0.30	1975年8月23日
	4	1	0.05	0.20	1976年8月
	3	1	0.05	0.15	1976年8月
	4	1	0.03	0.12	1976年8月
	1	1	0.03	0.03	1976年8月
	1.5	0.5	0.01	0.075	1975年8月

b） ウォッシュ（wash）

水みち流をつくらず面的に流れる流水による砂礫や細粒物質の移動である。表面角礫層の存在のため，調査地の砂礫斜面を流れる流水を地表流（overland flow）と，topsoil flow・中間流（inter flow）など

の地表下流とを区別することは困難である。したがって，表面ウォッシュと地表下ウォッシュとを区別できず，まとめてウォッシュとする。

流水の起源は，降雨・融雪水・融凍土水である。いうまでもなく，降雨起源の流出は降雨時に集中する。それに対して，融雪水起源の流出は継続的におこり流量変化が小さい。しかも，ほとんどの場合透明であることから，融雪水によるウォッシュの運搬力は，雨水にくらべて小さいといえる。(小林 1972；THORN 1976)。凍土から生じる融凍土水は，量が少ないが，周氷河砂礫斜面では重要である。条線土の粗粒部分では，4月上旬～5月上旬ごろに表面角礫層と細粒物質層との境界部分を融凍土水が流下するのが観察されることがある。

周氷河砂礫斜面では，春から秋までのすべての降雨がウォッシュをひきおこす。これに対して残雪砂礫斜面では，残雪が存在しているあいだは降雨も融雪水も，残雪におおわれた部分に影響をあたえることは少ない。しかし消雪時の降雨は，融雪水ですでに湿潤な状態になっている残雪砂礫斜面にはげしいウォッシュをひきおこす。

表面角礫層に氷がつまって凍結しているような場合をのぞいて，巨礫型と中・小礫型の斜面では地表流はみられない。かなり強い降雨時にも表面まで流水があらわれることはない。おもに表面角礫層とその下位の細粒物質層との境でウォッシュはおこる。このことは，測定斜面D下部の中礫型表面角礫層の下に設置されたトラップでたしかめられた。これに対して，薄層型の場所では，降水量が多い時にはしばしば地表流が観察される。したがって，巨礫型や中小礫型よりも薄層型の斜面でウォッシュによる移動量が多い。しかし，周氷河砂礫斜面の薄層型の斜面では，植生によって物質の移動がいくらか阻止されると考えられるので，やや移動量は低くなるであろう。

第5図　測定流域F，1-4はウォッシュトラップ。Wは堰。シャドーをかけた部分は植生地。等高線間隔は4 m.

ウォッシュによる砂礫の移動量は，測定流域F（第5図）に設置した4つのウォッシュトラップによって測定された（第5表)。トラップの上方には捕捉域を限定する枠をもうけなかったし，トレーサーも用いなかったので，それぞれのトラップごとの捕捉域を明確にすることはできなかった。しかし，トラップ1・2では，2つのトラップを傾斜方向に5mずらしてセットしたことおよび，おなじ性格の表面角礫層の広がりがほぼ5m四方であることから捕捉域の範囲を決めた。トラップ3・4では，トラップの斜面上方の植生地までの距離から捕捉域の面積を決めた。

白馬岳における降雨量の年ごとの変化は相当はげしいが，観測をおこなった1975年には特にいちじるしい豪雨もなく，逆に少雨でもなく，平均的な降雨量であった。したがってウォッシュによる移動量も平年

第5表　測定流域Fにおける降雨ウォッシュによる砂礫の移動量(1975年の消雪期)

トラップ	表面角礫層のタイプ	傾斜 (°)	トラップの捕捉域 (m^2)	砂礫移動量 (g)	(g/m^2・年)
トラップ 1・2	Cp	26	2.5	160.3	64.1
トラップ 3	Vp	25	1.0	104.8	104.8
トラップ 4	Vp	5	4.0	395.3	98.8

幅50cm Gerlach タイプのトラップによる。

なみであるとみることができる。

c） 水路での運搬

水みち流による砂礫や細粒物質の移動で，水路でおこる。蛇紋岩地の薄層小礫型のものを除いて，周氷河砂礫斜面には永続的な水路が形成されていない。土石流がおこったあとの溝も数年のうちに消滅してしまう。これに対して残雪砂礫斜面には，多くのリル（rill）が形成される。なかでも薄層型の表面角礫層の斜面や急傾斜のもの，凹地型のものにいちじるしい。リルの深さは5～30cm，幅は10cm～1m であることが多く，凹地型の斜面にあるものは樹枝状のパターンをもつ。リルの大きさや分布からみて，残雪砂礫斜面の急傾斜型のものの下部や凹地型の斜面の中央部で水路での運搬がさかんであると考えられる。また，おなじ形態の斜面では，斜面の長さが長いものほど運搬量が大きく，とくに薄層型の斜面でいちじるしいと考えられる。

測定斜面Aには大型のリルが形成されている（第3図）。1976年（7・8月の降雨量1328mm）には，このリル底の低下量は平均6.9cm であったのに対し，1977年（7・8月の降雨量506mm）には，ほとんど低下がおこらなかった。1976年には調査地全域で水路での運搬がさかんであった。1975年にはわずかであった測定流域Fの出口での掃流物質の量は，1976年8月13日～16日の降雨（降雨量478mm）では堰が完全に埋められたほどであった。

d） 溶質の運搬

流水中に化学的に溶解した物質の移動である。一般的にいって，石灰岩地域以外の高山の周氷河環境では化学的風化作用はさかんでないから（CAINE 1974），溶質の運搬量も少ない（KOTARBA 1972）。植生におおわれた斜面にくらべると砂礫斜面での溶質の運搬の重要度はさらに低いと考えられる。化学的風化作用がかなりおこっているとされる残雪砂礫斜面（THORN 1975）でも，溶質の運搬量がとくに多いという結果はでていない（THORN 1976）。それゆえ，ここでは溶質の運搬を無視した。

e） 風による運搬

周氷河斜面では，強風が植物の生育をさまたげる結果砂礫斜面が形成されている。しかし，風による斜面の侵食や細粒物質の運搬がいちじるしいとは考えられない。その理由は，白馬岳の砂礫斜面が表面角礫層におおわれていて細粒物質が露出していないことによる。土石流堆積物の表面のように細粒物質が存在することはあっても，面積はせまく，期間も短かい。したがって，ここでは風による運搬を無視した。

IV. 考察（地形形成作用の強度の見積り）

ある砂礫斜面に卓越する地形形成作用をあきらかにすること，あるいは，場所ごとの作用の強度を比較することは，どちらも容易ではない。そのためには，すべての地形形成作用それぞれについての移動量の見積りが必要になる。以下では，観測データーの不足の部分を推定でおぎないながら，移動量の見積りをおこない地形形成作用の強度の定量的比較をこころみる。

(1) 作用ごとの強度の見積り

地形形成作用の強度の量的な比較のためには，地形形成作用の地形的仕事量が用いられる。鉛直方向の地形的仕事量は

垂直移動量（Vertical mass transfer）＝質量×鉛直成分

であらわされる（RAPP 1960；p. 184）。単位はトンメートルである。

測定値が比較的そろっている測定斜面FとAについての地形形成作用ごとの垂直移動量を第6表，第7表に示した。

測定斜面 F； この斜面では，緩速度のマスムーブメントの移動速度測定をおこなわなかったので，これについては測定斜面Cで得られた値をあてはめた。フロストクリープに代表される深いがゆっくりした動き（平均の移動の深さ 20cm，表面移動距離 4 cm/年）と霜柱クリープに代表される表面でのやや速い動

第6表　周氷河砂礫斜面(測定斜面 F, 面積9,956m², 平均傾斜25°)における砂礫の移動量(1975年)

移動様式	作用面積 (m²)	移動の深さ (m)	平均の移動距離 (m)	移動重量 (g/m²)	垂直移動量 (m・t)	(%)	(m・t/km²年)
フロストクリープとジェリフラクション[1]	8,992.0	0.20	0.02[5]		27.4	67	2.8
霜柱クリープとラピッドソリフラクション[1]	7,060.0	0.01	0.20[5]		10.7	26	1.0
ロックフォール[2]	77.0 20.0		3.50 2.50	1,455.0	0.5	1	0.1
トアの倒壊[3]	0.4	2.00	6.00		1.0	3	0.1
土石流[4]	3.4	0.10	3.50		0.5	1	0.1
ウオッシュ	9,956		2.50	70.6	0.7	2	0.1
合　計					40.9	100	4.2

密度の見積り：砂礫 1.8g/cm³ (Rapp 1960), 岩石 2.5g/cm³.
1)測定斜面Cのデータ, 2)高山地形研究グループのデータ, 3)鉢ヶ岳南東山稜程度のものが10年に1回倒壊すると仮定, 斜面にちらばるものもふくむ, 4)2.5年に1回として見積った, 5)斜面にそって,

第7表　残雪砂礫斜面(測定斜面 A, 面積5701m², 平均傾斜23°)における砂礫の移動量(1975年)

移動様式	作用面積 (m²)	移動の深さ (m)	平均の移動距離 (m)	移動重量 (g/m²)	垂直移動量 (m・t)	(%)	(m・t/km年)
フロストクリープとジェリフラクション	5,581.0	0.17	0.06[2]		40.0	58	7.0
霜柱クリープとラピッドソリフラクション	5,350.0	0.01	0.22[2]		8.3	12	1.5
ローリングダウン	5,414.0		1.26[1]	9.6×10⁻⁶	0.1	0	0
土石流[1]	26.0	0.01	5.00		4.7	7	0.8
降雨ウォッシュ	5,581.0		2.50[2]	108.6	0.6	1	0.2
融雪ウォッシュ	測定せず——降雨ウォッシュの2/3				0.4		
水路での運搬[1]	33.8	0.07	18.00		15.1	22	2.7
合　計					69.2	100	12.2

密度の見積り：砂礫 1.8g/cm³ (Rapp 1960), 岩石 2.5g/cm³.
1)頻度の仮定, 5年に1回, 2)斜面にそって, 3)測定流域Fのトラップ3と4の値から,

き（平均の移動の深さ1cm, 表面移動距離20cm/年）とに分けて, 1年あたりの移動した斜面物質の体積をもとめた。作用面積は, 表面角礫層と傾斜の分布からもとめた。

測定斜面Fでは, 落石はトアの壁から発生するだけである。トアの高さと側壁の面積を測定し, それに三国境で測定された流紋岩の面積あたりの岩片剝離重量（高山地形研究グループ　1978, p. 150）をかけてもとめた。測定斜面Fでは調査期間中にトアの倒壊がおこらなかった。移動量を見積るにあたっては, 鉢ケ岳の南西尾根で発生した規模のものが10年に1回は発生する可能性があるとした。土石流については, 1975年8月に発生した規模のものが, その時の降水量からみて, 5年に1回発生するとして量を見積った。

ウォッシュについては，斜面中央部にあるトラップ1・2で得られた値が測定斜面F全体を代表すると考えた。測定斜面Fでは，ローリングダウンと水路の水流による移動は量が少ないので無視した。

測定斜面 A；緩速度のマスムーブメントとローリングダウンの値には，この斜面で測定されたものをそのままあてはめた。ローリングダウンによる移動量は，1 m^2 について 3.9cm^3 の礫が斜面にそって 1.26m 移動するという値が得られている。土石流については，1976年8月に形成された 2.6m^3 程度の大きさの舌状地形が5年に1回形成されるとして見積った。長さ50cm 以下の舌状堆積地形（体積 1×10^{-3}～$1\times10^{-4}m^3$ 程度）は，毎年5個程度形成されているが，垂直移動量としてはごく小さい。

測定斜面Aではウォッシュの測定はおこなっていない。そこで，測定流域Fのトラップ3・4の測定値によって，斜面1 m^2 あたり年間100g という値を用いた（平面投影した1 m^2 あたりでは108.6g)。この値は，残雪消失後の降雨によるウォッシュの量しか示していないので，残雪の融解水によるウォッシュの量を別に見積る必要がある。一般に，降雨ウォッシュにくらべて融雪水ウォッシュの量は小さいから，降雨によるものの $^2/_3$ として見積った。水路での運搬量を求めるためには，水路底の低下量（5年に1度平均7cm ガリー底が低下するという値）を用いた。

測定斜面FとAに共通しているのは，移動量全体に占める緩速度マスムーブメントの割合いが大きいことである。測定斜面Fでは，全垂直移動量の93%を緩速度のマスムーブメントが占め，測定斜面Aでも70%を占める。これに対して，ウォッシュが占める割合いは両斜面ともすくない。

測定斜面Aでは，測定斜面Fと異なって，土石流と，水路での運搬が占める割合いが大きく，あわせて29%に達する。すなわち，降雨と融雪水が関与する地形形成作用の比重が残雪砂礫斜面で大きいということが量的にもあきらかになった。

(2) 場所ごとの強度の見積り

場所ごとの地形形成作用の強さを比較するためには，単位面積あたりの垂直移動量；相対垂直移動量（Relative vertical mass transfer, 単位はトンメートル/km^2・年，RAPP, 1960, p. 184）を用いる。

第6表，第7表の右はしには，測定斜面FとAの，地形形成作用それぞれについての相対垂直移動量を示した。測定斜面の比高はFとAの両者ともおよそ30m であるから，測定斜面FとAにおける相対垂直移動量の差異は，作用の強さの差異とみなすことができる。測定斜面Aでは，測定斜面Fにくらべてフロストクリープ・ジェリフラクションと水路での運搬の量が大きいため，合計の相対垂直移動量が大きくなっている。

つぎに，調査地に分布する21のタイプの砂礫斜面それぞれについて，地形形成作用ごとの相対垂直移動量を見積ってみよう。斜面の高さを一定にそろえるために，測定斜面FおよびAとおなじ比高30m の斜面の場合を考える。斜面の傾斜には，調査地内の急傾斜型斜面・緩傾斜型斜面それぞれの平均値に近い値をあたえた。緩速度のマスムーブメントの一部のように，各測定斜面での測定値が利用できるもの以外は，各砂礫斜面での微気候・植生・表面の状態の観察結果にもとずいて，測定斜面FとAの値を増減して相対垂直移動量とした[3]。

このような，あらっぽい仮定も，1つのめやすを得るための方法としては意味があると考えた。その結果得られた斜面のタイプごとの相対垂直移動量を第8表に示した。

相対垂直移動量が斜面のタイプごとに変化するのは，斜面ごとの微気候環境，斜面形と傾斜，表面角礫層のちがいによる。微気候環境と斜面形・傾斜がおなじならば，表面角礫層のタイプの巨礫型―薄層淘汰不良型―中小礫型―薄層小礫型という順に値が大きくなる。巨礫型の斜面の値は，微気候環境と斜面・傾斜に関係なく最小である。表面角礫層のタイプがおなじ場合，傾斜の急な方が値は大きくなる。表面角礫層のタイプと傾斜がおなじ場合には，周氷河砂礫斜面より残雪砂礫斜面の方で値が大きくなる。

また，周氷河砂礫斜面とくらべて残雪砂礫斜面では，ウォッシュ，水路での運搬，土石流という，流水が重要な役割りをはたす作用の割合いが大きいことが，量的にも（ほぼ30%以上を占める）たしかめら

第8表　砂礫斜面のタイプごとに見積られた相対垂直移動量[2)]

砂礫斜面のタイプ	平均傾斜 (°)	相対垂直移動量(×10^3m・t/km^2・年)				
		緩速度マスムーブメント	急速度マスムーブメント	ウォッシュ	水路での運搬	合計
PLsB	28	0.7	0.1	0.1	0	0.9
PLsCp	28	4.4	0.2	0.1	0	4.7
PLsVi	28	2.8	0.1	0.1	0	3.0
PLsVp	28	4.4	0.3	0.1	0.7	5.5
PXgB	18	0.5	0.1	0.0	0	0.6
PXgCp	18	4.1	0.2	0.1	0	4.4
PXgVi	18	2.5	0.1	0.1	0	2.7
PXgVp	18	4.1	0.2	0.1	0.7	5.1
NLsB	32	0.7	0.1	0.1	1.2	2.1
NLsCp	32	8.0	1.2	0.2	3.5	13.0
NLsVi	32	5.6	1.5	0.2	3.5	11.0
NLsVp	32	8.5	1.6	0.2	3.5	13.9
NLgCp	14	2.8	0.5	0.1	1.8	5.3
NHsB	32	0.7	0.1	0.1	1.2	2.1
NHsCp	32	8.0	1.2	0.2	3.5	13.0
NHsVi	32	5.6	1.5	0.2	3.5	11.0
NHsVp	32	8.5	1.6	0.2	3.5	13.9
NHgB	14	0.5	0	0.1	0.9	1.5
NHgCp	14	2.8	0.5	0.1	2.7	6.2
NHgVi	14	1.7	0.7	0.1	2.7	5.2
NHgVp	14	5.2	0.7	0.1	2.7	8.7

斜面は，おなじ比高をもつものとする。測定斜面FとAの値から推定した。

れた。なかでも，水路での運搬がさかんな凹地型と，ウォッシュ以外の地形形成作用が微弱な巨礫型の斜面でいちじるしい。

白馬岳の砂礫斜面での相対垂直移動量を，他の地域のものと比較してみよう。コロラドの Front Range の緩傾斜の周氷河砂礫斜面の値（0.0023×10^3 t・m/km^2・year）や残雪砂礫斜面の値（0.169×10^3 t・m/km^2・year）(THORN 1976) より白馬岳の値が大きい。おなじコロラドの San Juan Mountains の 0.98km^2 の流域での値（2.76×10^3 t・m/km^2・year）(CAINE 1976) や，RAPP (1960) が測定したラップランドのかなり広い15km^2 の流域の値（19×10^3 t・m/km^2 year）と同程度の値になっている。しかし日本列島の平均値（340×10^3 t・m/km^2・year）(貝塚 1969, p. 186) よりは小さい。

(3) ニベーションについての補足的なコメント

MATTHES (1900) によって提唱されてから，「ニベーション」という語はたいへん好まれ，広く用いられてきた。白馬岳の残雪砂礫斜面に作用する地形形成作用もニベーションとよばれる。それはすでにみてきたように，斜面のタイプによって移動様式も強さもたいへん異っている。これまでに，世界各地でおこなわれたニベーションに関する研究においても，その主要な移動様式はさまざまであった。たとえば，砂礫斜面でおこるものだけに限ってみても，MATTHES (1900)，LEWIS (1939)，THORN (1976) などは融雪水による運搬作用を重視したのに対し，EKBLAW (1918)，PATERSON (1951) は，ジェリフラクションを重視した。また，小林 (1969) のように残雪の移動と消雪後の降雨による運搬を重視する見方もある。今西 (1969) や BIRD (1967, p. 228) も，消雪後に加わる作用を重視した。

これらのちがいの原因は，気候環境にもとめられるのがふつうである（たとえば，EMBLETON and KING 1968, p. 547)。ところが，これまでのべてきたように，おなじ微気候環境のもとにある斜面でも，斜面のタイプが異なれば作用する地形形成作用の種類も強さも大きく異なる。とくに，表面角礫層のタイプが異なる場合にいちじるしい，それゆえ，斜面の形態・傾斜や地表面の状態を吟味しないで，移動様式のちがいの原因をただちに気候のちがいに帰すことは危険である。

ニベーションという語が示す地形形成作用の具体的な内容はとぼしい。たいへん便利な語ではあるが，残雪と直接的または間接的に関係ある地形形成作用のグループという意味しか示さないであろう。

V. 結　論

白馬岳にある各タイプの砂礫斜面に働く地形形成作用を列挙し，その地形的仕事量を見積った結果，場所による地形形成作用のちがいをあきらかにすることができた。地表物質の移動様式と移動量（地形的仕事量）は，斜面のタイプに対応して場所ごとに異なる。場所ごとの大きまかなちがいを理解するために，第8表に示した見積り値を第9表に示すような5つのグループに分類した。周氷河タイプと残雪タイプと

第9表　白馬岳高山域の砂礫斜面に作用する地形形成作用のグループ分け

	地形形成作用の性格	移動の活動性	上位2番目までの移動様式	相対垂直移動量（×10³m・t/km²・年）	ウォッシュと水路での運搬の割合（%）	砂礫斜面のタイプ
I	周氷河的作用	不活発型	テーラスクリープ・フロストクリープ	0.6–3.0	2–6	PLsB・PXgB・PLsVi・PXgVi
II	周氷河的作用	中間型	フロストクリープ・ジェリフラクション	4.4–5.5	1–15	PLsCp・PXgCp・PLsVp・PXgVp
III	残雪的作用	不活発型	テーラスクリープ・水路での運搬	1.4–2.0	62–67	NLsB・NHsB NHgB
IV	残雪的作用	中間型	ジェリフラクション・フロストクリープ	4.7–5.8	36–54	NLgCp・NHgCp NHgVi
V	残雪的作用	活発型	ジェリフラクション・フロストクリープ	8.0–12.8	8–13	NLsCp・NLsVi・NLsVp・NHsCp NHsVi・NHsVp NHgVp

の区分は，流水による移動（ウォッシュと水路での運搬）の地形的仕事量の全仕事量に対する割合いで決めた。ウォッシュと水路での運搬の合計が25％をこえるものを残雪タイプとした。地形的仕事量の小・中・大の境界値は，3.0×10^3 t・m/km²・year と6.0×10^3 t・m/km²・year とした。

グループIには，巨礫型と薄層淘汰不良型の表面角礫層をもつ周氷河砂礫斜面での地形形成作用が属する。グループIIには，中小礫型と薄層小礫型の表面角礫層をもつ周氷河砂礫斜面での地形形成作用が属する。グループIIIには，巨礫型の表面角礫層をもつ残雪砂礫斜面での地形形成作用が属する。グループIVには，巨礫型と薄層小礫型以外の緩傾斜の残雪砂礫斜面での地形形成作用が属する。グループVには，巨礫型以外の急傾斜の残雪砂礫斜面と薄層小礫型の緩傾斜の残雪砂礫斜面での地形形成作用が属する。このような区分をおこなうことによって，ある砂礫斜面のタイプがあたえられれば，そこに作用する地形形成作用（その移動様式と地形的仕事量）を推定することができるようになった。

以上のべてきたところから，シュヴィンド（1936）や小林国夫（1956）が論じた西側斜面と東側斜面の地形形成作用のちがいも明確になった。稜線の西側に多い周氷河砂礫斜面では，地形的仕事量のうち85%以上の部分をテーラスクリープまたは，それに加えてフロストクリープ・ジェリフラクションなどの緩速度のマスムーブメントが占める。これに対して，東側に多い残雪砂礫斜面では，地形的仕事量のうち25%以上をウォッシュや水路での運搬のような降雨や融雪水と関係深い作用が占める。のこりの物質移動の大

部分は，周氷河砂礫斜面とおなじように緩速度のマスムーブメントが占め，表面角礫層が巨礫型の斜面以外ではジェリフラクションの比重が大きい。斜面ごとの，トータルの地形的仕事量は，周氷河砂礫斜面でよりも残雪砂礫斜面の方で大きくなるが，気候環境によるちがいよりも，傾斜と表面角礫層のタイプによって生じるちがいの方が大きい。東側の残雪砂礫斜面に働いている地形形成作用をニベーションとよぶことは，もちろん可能であるが，地形的仕事量からみて，緩速度マスムーブメントの重要性を軽視してはいけない。

謝 辞

この研究をすすめるにあたって多くの方がたから御援助をいただいた。明治大学の小疇　尚教授は，白馬岳で調査をするきっかけをあたえてくださった。野外調査では，高山地形研究グループのメンバー各氏，とくに林　和広氏，相馬秀広氏から絶大な協力を得ることができた。論文にまとめる段階では，東京都立大学の貝塚爽平教授と野上道男助教授からさまざまのコメントをいただいた。あつくお礼をもうしあげます。

注

1) 日本気象協会「夏山の気象観測表」(毎年刊行).

2) 第8表に示した係数は，以下の基準によって定めた。土石流，ウォッシュ，水路での運搬のように，傾斜の影響を強くうける移動様式については，急傾斜の場合には1.33，緩傾斜の場合には0.67をかけた。緩速度マスムーブメントは傾斜の影響をあまり受けないが，テーラスクリープは傾斜の影響を受けるので，緩傾斜の場合には0.67をかけた。トアの倒壊による移動量には，落下した岩片が斜面上にちらばるのも含めたから，周氷河砂礫斜面の緩傾斜のものには0.50をかけた。残雪砂礫斜面のうち，薄層淘汰不良型と，薄層小礫型の緩傾斜のものでは，大きな礫がまじり緩速度マスムーブメントが減速されるので0.67をかけた。巨礫型の斜面では，ウォッシュと水路での運搬は不活発なので，それぞれ0.50と0.33をかけた。周氷河砂礫斜面の薄層小礫型と残雪砂礫斜面の薄層型では，土石流がひんぱんにおこるのが観察されているので，1.33をかけた。古生界の地質と対応する巨礫型や薄層淘汰不良型の斜面では，落石やトアの倒壊はおこりにくいと考えられるので，0.50をかけた。周氷河砂礫斜面の薄層淘汰不良型には，植生のパッチが発達し砂礫地の面積がせまいので0.67をかけた。周氷河砂礫斜面のうちで，ガリーがみられる薄層小礫型については，残雪砂礫斜面の値に0.25をかけた。

引用文献

BIRD, J. B. (1967) : *The Physiography of Arctic Canada.* Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, Md., 336pp.

CAINE, N. (1974) : The geomorphic processes of the alpine environment. *In* Ives, J. D., and Barry, R. G., (eds.), *Arctic and Alpine Environments* Methuen, London, 721-748.

——(1976) : A uniform measure of subaerial erosion. *Geological Society of American Bulletin,* 87 : 137-140.

CARSON, M. A., and KIRKBY, M. J. (1972) : *Hillslope Form and Process.* Cambridge University Press, London, 475pp.

EKBLAW, W. E. (1918) : The importance of nivation as an evosive factor, and of soil flow as a transporting agency, in Northern Greenland. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.,* 4 : 288-293.

EMBLETON, G., and KING, C. A. M. (1968) : *Glacial and Periglacial Geomorphology.* Edward Arnold, London, 608pp.

林　和広 (1976) : 白馬岳・長池周辺の地形形成営力の定量的研究の試み. 1975年度東京都立大学理学部地理学科卒業論文(未発表).

今西錦司 (1933)：日本アルプスの雪線に就いて.「山岳」第28年, 193-282.

IWATA, S. (1981) : Climatic environments, topographies, and materials and their interactions to surface processes of rubble slopes in a high mountain region of the Japan Alps. *in prep*.

岩田修二・岡沢修一・小疇　尚(1974)：白馬岳，長池周辺における solifluction について.「地理予」6 : 102-103.

貝塚爽平(1969)：地形変化の速さ. 西村 (編)「朝倉地理学講座6，自然地理学II」朝倉書店，東京，164-192.

小林国夫(1956)：日本アルプスの非対称山稜.「地理評」**29** : 484-492.

小林　詢(1969)：雪田の融解水による斜面浸食について.「信州大学志賀自然教育研究施設研究業績」第8号，1-15.

——(1979)：残雪と地形.「地理」**17**, 3 : 19-28.

小泉武栄(1979)：高山の寒冷気候下における岩屑の生産・移動と植物群落II. 北アルプス北部鉢ヶ岳付近における蛇紋岩強風地の植物群落.「日生態会誌」**29** : 281-287.

KOTARBA, A. (1972) : Comparison of physical weathering and chemical denudation in the Polish Tatra Mts. *In* Macar, P., et Pissart, A. (eds.), *Processus périglaciaires*. Univ. Liege, Liege, 205-216.

高山地形研究グループ(1978)：「白馬岳高山帯の地形と植生」東京，163pp.

LEWIS, W. V. (1939) : Snow-patch erosion in Iceland. *Geogr. Jour.*, **94** : 153-161.

MACHIDA, H. (1966) : Rapid erosional development of mountain slopes and valleys caused by large landslide in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, **1** : 55-78.

MATTHES, F. E. (1900) : Glacial sculpture of the Bighorn Mountains, Wyoming. *U. S. Geol. Survey 21st Annual Rept., Part II*, 167-190.

PATERSON, T. T. (1951) : Physiographic studies in north-west Greenland. *Meddel. om Grönland*, **151**, 4 : 1-60.

RAPP, A. (1960) : Recent developments of mountain slopes in Kärkevagge and surroundings, northern Scandinavia. *Geografiska Annaler*, **42** : 71-200.

SCHWEIZER, G. (1968) : Der Formenschatz des spät-und Postglazials in den Hohen Seealpen. *Zeit. Geomorph. Suppl.*, **6** : 1-167.

シュヴィンド, M. (1936)：笠岳山脈と抜戸岳附近の羊背岩.「地理評」**12** : 438-446.

相馬秀広・岡沢修一・岩田修二(1979)：白馬岳高山帯における砂礫の移動プロセスとそれを規定する要因.「地理評」**52** : 562-579.

THORN, C. E. (1975) : Influence of latelying snow on rock-weathering rinds. *Arctic and Alpine Res.*, **7** : 373-378.

——(1976) : Quantitative evaluation of nivation in the Colorado Front Range. *Geological Society of America Bulletin*, **87** : 1169-1178.

WASHBURN, A. L. (1967) : Instrumental observations of mass-wasting in the Mesters Vig distric, Northeast Greenland. *Meddel. om. Grönland*, **166**, 4 : 1-318.

(1980年7月25日受理)

地学雑誌 89, 6 (1980)

武蔵野台地における深層地下水の動態

新 藤 静 夫*

The Behavior of Confined Groundwater of the Musashino District

Shizuo SHINDOU

Abstract

Following the groundwater discharge control which was enforced in 1961 in the urban area of Tokyo Metropolis, the Metropolitan Government prohibited, from 1972 on, the drilling of deep wells in the suburban area (Santama district) and gave guidance in reducing the discharge of the existing wells.

As a result, the groundwater level has been showing a gradual recovery. This tendency is not a local one but is recognized throughout the Santama district.

Such a phenomenon cannot be readily judged whether it is merely a temporary state or it indicates a net rise of water level due to supply from rivers or from unconfined groundwater, but it will provide a good opportunity for knowing the behavior of confined groundwater.

The present paper is made up of a part of the results of the investigation in the Musashino district and in the urban area of Tokyo Metropolis. This research was carried out by the request from the Environmental Pollution Bureau of the Metropolitan Government.

In part I of this paper the author described an outline of hydrogeological condition of the Musashino district as a background of the study.

In part II he mentioned the characteristics of annual change of groundwater level due to artificial impact and he showed some interpretations about groundwater recharge mechanism in short term.

In III he clarified large scale recharge mechanism which is induced by long term discharge.

In part IV he showed two kinds of piezometric surface contour map based on the geological horizon of aquifer (one is Tokyo group and the other is Kazusa group), and then he clarified that water level difference between the upper and lower parts increases throughout the district with the increase of groundwater utilization.

As the result, he emphasized the following points.

1. In the early stage of groundwater utilization, recharge for confined groundwater proceeds in the form of compensation for the "elastic strain" in the aquifer which is caused by discharge.

* 筑波大学地球科学系 Institute of Geoscience The University of Tsukuba

2. In the stage where the groundwater utilization is fairly advanced, several processes of recharge ndchanism are considered.

Namely, the recharge in a relatively short period is related chiefly to the vertical movement of flow (in the form of squeeze and leakage), while the recharge in a long period is made in the form of compensation by the flow from the surrounding areas according to hydraulic gradient.

I. 序　論

(1) はじめに

東京都三多摩地域では昭和47年以降，都条令にもとづく深井戸の新設規制に加えて，既設井の揚水量の削減への指導が行なわれたため，最近それまで低下の一途をたどっていた地下水位が徐々に回復するきざしをみせてきた。回復の時期はのちにのべるように特に地域的な相違はなく，当地域全域で一様に認められるといってよい。この様な現象が帯水層の水頭分布におけるいわばひずみの補償といったかたちであらわれる一時的のものか，または河川あるいは浅層地下水からの正味の涵養を示すものか，なお追跡調査を要するが，いずれにしても深層地下水の挙動を知るにはよい機会であるといえる。

筆者はかって本誌において武蔵野台地の地下地質と地下水のあり方について，詳しく論じたことがあるが[1]，地下水の涵養機構については不明の点を多くのこしたままであった。しかしそののち資料の蓄積も行なわれ，一方，現地調査の機会も得て上記の懸案の問題についていくつかの新しい知見を加えることができた。ここにのべるのはその一端である。

(2) 地下水の賦存の場としての水文地質条件

以下の記述の便宜のため，当地域の水文地質の概要を西部から南西部にかけた台地周辺部と，東部から北東部にかけた台地中央～東部に分けて簡単にまとめておく。

a）武蔵野台地周辺部

武蔵野台地の西部から南西部にかけた地域では，地下地質はおもに砂礫層から成っている。これらの地層は東ないし北東に向かって 1/30～1/50 と比較的大きい値で傾斜しているが，これより東部ではその値が漸減し，数100分の1のオーダーとなる。それとともに砂層あるいは粘土層の介在が目立つようになり，帯水層が細分される。この細分された帯水層のうち，比較的連続性に富むものが数層準に発達している。筆者はかってこの連続性のよい帯水層を下位の上総層群相当層中に4層，上位の東京層群相当層中に4層認め，その構造を明らかにしたことがある。台地周辺部では各層準の帯水層は地表に露出して降水の浸透を直接受けたり，多摩川，秋川等の河床にあって表流水の浸透を受ける場合があるほか，台地下にあって段丘礫層中の不圧地下水の浸透を待つものなどがあり，いわゆる涵養域を形成している。この涵養域において表流水が減少する事実は多くの研究者が認めているところであるが[2]，今回の調査でも，夏期から冬期にかけて3回[3]にわたり流量観測を行なっていままでの見解を再確認した。

b）武蔵野台地中央～東部

筆者は前掲の論文において，武蔵野台地の段丘礫層の下位に，かつて東京都心部で東京層として一括されていた地層と同層準の海成～陸成の洪積層が厚く堆積していることをはじめて認め，これを東京層群として定義した。この地層によって不整合におおわれる上総層群の表面は顕著な凹凸を示すが，とりわけ狛江市，世田谷区，杉並区を結んで北にのびる方向と，所沢市より東につづく方向にみとめられる尾根状部および，これらによって限られた中央部の北東に開いた湾状の凹部が注目される。この部分にはかっての多摩川，秋川，あるいは浅川の河道であったと推定される埋没谷地形が認められる。

本論文では，深層地下水の水位変化は大きくは，インパクトとしての揚水に対するレスポンスとして把えることが出来るという前提からそのさまざまな様態によって，地不水の動態を探ろうとするものであるが，そのバックグランドとして上

第1表 主要取水層の層準の概略区分

地区	条件	
	井戸の深度	最上部ストレーナーの深度
江戸川区 江東区 墨田区 葛飾区 足立区 荒川区 台東区 板橋区 北区	250m	200m
文京区 豊島区 練馬区	200m	150m
中央区 新宿区 千代田区	150m	100m
港区 渋谷区 中野区 杉並区	100m	50m
太田区 世田谷区 品川区 目黒区	50m	50m
清瀬市 東久留米市 保谷市 田無市 武蔵野市	150m	100m
三鷹市 小金井市 小平市 国分寺市 東村山市	100m	50m
調布市 府中市 立川市 国立市	50m	50m

述の水文地質条件はきわめて重要な意味を有している。

ここでは地下水位変化にかかわる水文地質条件をつぎのように考慮した。

i. 地域的な面での考慮

・武蔵野台地西〜南西部——上述の如く涵養域をなし，地表水あるいは浅層地下水との交流が大きい。

・武蔵野台地中央部——北東方向に開いた大きな埋沿谷地形が認められる。西部，南部または東部地域からの地下水流動を起させ得る条件を有している。

・武蔵野台地東部——狛江市，世田谷区，杉並区付近から練馬区方面につづく地域を指す。この地域は先にのべたように上総層群が尾根状にはり出していて，水文地質上都心部と三多摩地域をを分つ境界部をなしている。

ii. 地質単元[4]と地下水

ほとんどの深井中がいわゆる多層取水をしているので地質単元と水位記録を完全に対応させて検討することは資料数の点で困難である。

したがって，ここでは第1表に示したような概略の区分の基準を設けて資料を処理することとした。ここで井戸の深度以外にストレーナーの位置をも考慮に入れるようにしたのは上述のように多層取水の井戸が多く，単純に井戸深度だけでは区分出来ないためである。また区分の基準でストレーナーの深さが井戸深度より浅くとってあるのは，深層部から取水する井戸のデータ数を多くとるためである[5]。

II. 地下水の年間変化から推定される事項

今回の調査では武蔵野台地域内54箇所の深例をかえた深井戸について，月一回の一斉観測を行なう一方，16箇所の休廃止井に自信水位計を取り付けた。まず自記記録にあらわれた地下水位の変化パターンをみると，つぎの5つのタイプが区別される。(典型的な場合のみを第1図に示した。)

a 浅層地下水型[6]（第1図参照）

夏期（多雨期）および冬期（少雨期）に対応したかなり顕著な水位変化を示す。武蔵野台地の西部から南西部にかけた周辺部の井戸に多くみられ，地下水位は一般に浅いところにある。また変化幅は3〜5mと大きい。このようなパターンは

段丘礫層を対象とする浅井戸にみられるものと類似している。

b　中間型[7]

取水深度の浅いものと深いものに分けてつぎの２つのタイプがみとめられる。

i.　a．のパターンとよく似ているが，年間での変化幅は少ない。

ii.　深層部の地下水位の回復期にほぼ呼応したかたちで水位低下が起り，これが一方的に進行する。

c．深層地下水型

揚水量の季節的増減に影響されたかたちの水位変化を示す。すなわち夏期に低下し，秋から冬にかけて上昇する。つぎの２つのタイプが区別できる。

i.　地下水位の変化幅が５m 前後と大きい。主として東京層群の帯水層を対象としている井戸に多くみられる。（第１図参照）

ii.　地下水位の変化幅が１m 以内にとどまる。主として上総層群の帯水層を対象としている井戸に多くみられる。

d．その他

水位変化が不規則で，隣接地域の揚水の影響を受けていると考えられる場合でも，東京層群を対象とする井戸の水位変化は上総層群を対象とするものより大きいという傾向は指摘できる。

第１図　地下水位の継続記録例

以上から，つぎのことが推定できる。すなわち，武蔵野台地域では，年オーダーでみた場合，浅層部の地下水位がより深層部の地下水の揚水の影響を受けるようなかたちで変化するケースが多いが，その度合は下位のものほど大きく，上位へ漸減しているといえる。いいかえれば，この期間での深層部の地下水位の上昇は主として浅層部からの補給[8]によって行なわれると考えられるが，その補給のあり方は下位の層準より上位の層準へと波及するかたちで進行するといえよう。

つぎに昭和52年８月から翌年１月にかけて，月毎に行なった地下水位の測定結果を地区別，水位標高別にまとめた例を第２図に示す。

これも自記記録の結果と全く同じであって，浅層部の地下水位は８月以降低下の一途をたどっているのに対して，深層部の地下水位は上昇の傾向を示している。浅層部での水位低下量を地域的に示すと第３図のようであって，大体の傾向は西部で大きく，東部で小さい。これははじめにのべた

周辺部の低下量が大きくなり，一方中央部での低下量が少くなる。その量は中央部で10m以内，周辺部で10m 以上となっている。

水位低下量の分布がこのようにほぼ地下水揚水の規制の時期を境として地域的に逆の傾向を示すようになる点についてはつぎのように説明出来る。すなわち，規制以前の段階では水位低下域への誘発的涵養量が周辺地域との水位差の拡大とともに増加したとしても，その量は揚水量の増加には常に追いつかないため水位低下が年々加算されたが，規制以後では揚水量の減少とともに，その量と誘発的な涵養量との差が減少するようになったためと解釈出来る[14)]。これらの事はIIにのべたものとは時間的にも，空間的にもスケールを異にする涵養形態，すなわち地域的にあるひろがりをもった地下水位低下のひずみを補償するかたちの涵養が行なわれていることを示している。

第4図　武蔵野台地における地下水位と揚水量の長期変化の例

IV. 帯水層の層準別地下水面図から推定される事項

以上にのべてきたように垂直方向，水平方向を問わず，被圧地下水盆における地下水位の分布は全体として，一つの平衡状態を維持する方向に向かって変化するといえる。したがって外部からのインパクトの強度が減少すれば，いずれは地下水位低下という“ひずみ”は解消される。しかしこれにいたるには一般に長時間を要する。とりわけ地質単元を異にする場合はこれが倍加されるように思われる。

第7図はその一例で，武蔵野台地西部の瑞穂町

第5図　しぼり出し補給のモデル実験

第2表　地下水位の回復率(%)

	39	40	41	42	43	44	45
田無市	34	55	22	20	41	22	8
武蔵野市	48	58	37	46	—	13	13
府中市	54	—	59	26	58	42	17
立川市	56	36	46	42	33	30	27
国分寺市	53	—	53	33	26	37	—
昭島市	53	—	33	20	22	—	—
平均	50	49	42	31	36	29	16

第6図1 地下水位変化の地域分布 (1)
(昭和40年～昭和45年)

第6図2 地下水位変化の地域分布 (2)
(昭和45年～昭和50年)

における東京都公害局の観測井の記録である。ここでは特に厚い不透水層が発達しているというわけではないにもかかわらず，30m 井と，110m 井の間では水位差は実に40m 以上に達している。同じような現象は東京都土木技術研究所の調布市，東大和市その他の観測井の記録にもみとめられ，地下水の挙動を正確に把握するためには帯水層の層準別の地下水面図を画く必要があることを示唆している。

ここでは第1表にもとずいて，主として東京層

群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸を区別し，２層準の地下水面図を画いた。

地下水面図は昭和35年，40年，45年，52年の４時期について画いたがここでは昭和52年[15]のものを第８図に例示し，他の時期のものについては２層準の水位差を分布図として示した。第９図１～３がその例であるが，この図では上総層群の水位が東京層群の水位より低い場合についてのみ示し，その逆の場合は“水位差なしまたはプラス”として一括して示した。なお空欄はデータのないことを意味している。

以上のほかに東京都心部と武蔵野台地を東西に横断する方向に地下水面の断面図を画いた。第10図がそれである。これらの図からつぎの点が指摘出来る。

i. 昭和35年時では東京層群，上総層群両層準の地下水位差の東京都心部をのぞいて，さほどいちぢるしくはなかった。

ii. 昭和40年時では都心部での水位低下がいちぢるしくなり，また両層準の水位差が10～30mと大きくなった。

iii. 昭和45年時では水位低下地域はさらに西部に向かって拡大し，深層部の地下水利用が増加するにしたがって両層準の水位差も次第に大きくなった。

iv. 昭和52年時では，両層準間の水位差は当地域のほぼ全域にみとめられるようになり，最大50mに達した。これに対して都心部では両者の水位差はほとんどみられなくなった。

第７図 帯水層の位置によって自然水位が異なっている例（東京都西多摩郡瑞穂町）

第８図 地下水面図（昭和52年８月）

第9図1　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (1) (昭和35年)

第9図2　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (2) (昭和40年)

第9図3　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (3) (昭和52年)

第10図　地下水断面図

いうまでもなく帯水層の層準間の水位差が大きくなるのは，上層部より下層部へ向かって行なわれる涵養が，下層部からの揚水に追いつかず，その不足量が累加されるためであるが，一方水位差が大きいということは地下水涵養を誘発するポテンシャルがそれだけ高いということを意味している。先に武蔵野台地西部での浅層地下水の水位低下の大きいことから垂直涵養量が多いことを推定したが，上述の事実はこのことと矛盾しない。

V．結　論

(1) 地下水の動態の指標としての地下水位変化特性

一般に被圧地下水盆の地下水は一つの閉じた系

第1表 主要取水層の層準の概略区分

地区	条件	
	井戸の深度	最上部ストレーナーの深度
江戸川区、江東区、墨田区、葛飾区、足立区、荒川区、台東区、板橋区、北区	250m	200m
文京区、豊島区、練馬区	200m	150m
中央区、新宿区、千代田区	150m	100m
港区、渋谷区、中野区、杉並区	100m	50m
太田区、世田谷区、品川区、目黒区	50m	50m
清瀬市、東久留米市、保谷市、田無市、武蔵野市	150m	100m
三鷹市、小金井市、小平市、国分寺市、東村山市	100m	50m
調布市、府中市、立川市、国立市	50m	50m

述の水文地質条件はきわめて重要な意味を有している。

ここでは地下水位変化にかかわる水文地質条件をつぎのように考慮した。

i. 地域的な面での考慮

・武蔵野台地西～南西部――上述の如く涵養域をなし，地表水あるいは浅層地下水との交流が大きい。

・武蔵野台地中央部――北東方向に開いた大きな埋沿谷地形が認められる。西部，南部または東部地域からの地下水流動を起させ得る条件を有している。

・武蔵野台地東部――狛江市，世田谷区，杉並区付近から練馬区方面につづく地域を指す。この地域は先にのべたように上総層群が尾根状にはり出していて，水文地質上都心部と三多摩地域をを分つ境界部をなしている。

ii. 地質単元[4]と地下水

ほとんどの深井中がいわゆる多層取水をしているので地質単元と水位記録を完全に対応させて検討することは資料数の点で困難である。

したがって，ここでは第1表に示したような概略の区分の基準を設けて資料を処理することとした。ここで井戸の深度以外にストレーナーの位置をも考慮に入れるようにしたのは上述のように多層取水の井戸が多く，単純に井戸深度だけでは区分出来ないためである。また区分の基準でストレーナーの深さが井戸深度より浅くとってあるのは，深層部から取水する井戸のデータ数を多くとるためである[5]。

II. 地下水の年間変化から推定される事項

今回の調査では武蔵野台地域内54箇所の深例をかえた深井戸について，月一回の一斉観測を行なう一方，16箇所の休廃止井に自信水位計を取り付けた。まず自記記録にあらわれた地下水位の変化パターンをみると，つぎの5つのタイプが区別される。（典型的な場合のみを第1図に示した。）

a 浅層地下水型[6]（第1図参照）

夏期（多雨期）および冬期（少雨期）に対応したかなり顕著な水位変化を示す。武蔵野台地の西部から南西部にかけた周辺部の井戸に多くみられ，地下水位は一般に浅いところにある。また変化幅は3～5mと大きい。このようなパターンは

段丘礫層を対象とする浅井戸にみられるものと類似している。

b　中間型[7]

取水深度の浅いものと深いものに分けてつぎの２つのタイプがみとめられる。

i.　a．のパターンとよく似ているが，年間での変化幅は少ない。

ii.　深層部の地下水位の回復期にほぼ呼応したかたちで水位低下が起り，これが一方的に進行する。

c．深層地下水型

揚水量の季節的増減に影響されたかたちの水位変化を示す。すなわち夏期に低下し，秋から冬にかけて上昇する。つぎの２つのタイプが区別できる。

i.　地下水位の変化幅が５ｍ前後と大きい。主として東京層群の帯水層を対象としている井戸に多くみられる。（第１図参照）

ii.　地下水位の変化幅が１ｍ以内にとどまる。主として上総層群の帯水層を対象としている井戸に多くみられる。

d．その他

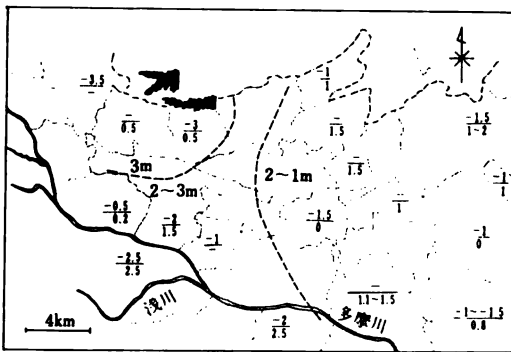
水位変化が不規則で，隣接地域の揚水の影響を受けていると考えられる場合でも，東京層群を対象とする井戸の水位変化は上総層群を対象とするものより大きいという傾向は指摘できる。

第１図　地下水位の継続記録例

以上から，つぎのことが推定できる。すなわち，武蔵野台地域では，年オーダーでみた場合，浅層部の地下水位がより深層部の地下水の揚水の影響を受けるようなかたちで変化するケースが多いが，その度合は下位のものほど大きく，上位へ漸減しているといえる。いいかえれば，この期間での深層部の地下水位の上昇は主として浅層部からの補給[8]によって行なわれると考えられるが，その補給のあり方は下位の層準より上位の層準へと波及するかたちで進行するといえよう。

つぎに昭和52年８月から翌年１月にかけて，月毎に行なった地下水位の測定結果を地区別，水位標高別にまとめた例を第２図に示す。

これも自記記録の結果と全く同じであって，浅層部の地下水位は８月以降低下の一途をたどっているのに対して，深層部の地下水位は上昇の傾向を示している。浅層部での水位低下量を地域的に示すと第３図のようであって，大体の傾向は西部で大きく，東部で小さい。これははじめにのべた

第２図　地下水位の深さによる変化パターン

第３図　浅層部における地下水位の低下量（上段）と深層部における地下水位の上昇量（下段），（太字は浅層部地下水の上昇量のおよその地域区分を示した）

ように，この地区が地質構造上涵養域となっているとともに粘土層の発達が少なく，浅層部より深層部への地下水流動が東部地域より容易に行なわれるためと考えられる。

III．地下水位の長期変動から推定される事項

第４図は武蔵野台地における地下水位の長期変化の例である。図に明らかのように，かつて年間３～５ｍにもおよんだ水位低下量は昭和46年から昭和47年ごろを境にその速度を弱め，以後は少しつつ上昇の傾向を示している。はっきりとした上昇を示すようになるのは昭和48年から昭和49年ごろで，各地区共その時期に大きな相違はみとめられない。

ここで注目すべき点は自然水位と揚水水位の差が，揚水量がほとんど変らないか，場所によってはむしろ減少しているにもかかわらず，年を追って大きくなっている点や，年間の変化の振幅が減少する傾向が認められる場合があることである。筆者はかつてこの現象は地下水の補給形態の変化に対応するものと考え，モデル実験を行なったことがある。第５図にその一部を示す。図は水槽[9]に砂，粘土，砂の順にモデル地盤を充填し[10]，上部から一定荷重を与えながら[11]，下部の砂層から断続的に排水させ，その時の水圧変化をしらべたものである。排水の停止とともに水位は粘土層からの“しぼり出し”補給を受けて回復するが，その回復量は図示のように排水のくりかえし回数の増加とともに減少してゆく。

これらのことから実験の地盤においても，粘土層の介在が多いものほど[12]，また水位低下がさほど著るしくない比較的初期の段階にあるものほど，水位変化の振幅が大きく，“しぼり出し”補給の減少とともに振幅が小さくなり，かつ一定揚水量に対する水位降下量も大きくなるものと考えられる。

ここで，実際の回復の状況を回復率[13]として示すと第２表のようで，多少の増減を示しながらも全体としては年を追って減少しているのがわかる。

つぎに第６図１，２は昭和40年から昭和45年にかけての水位低下量と，昭和45年から昭和50年にかけての水位低下量を分布図に示したものである。図に明らかのように昭和40年から昭和45年にかけたものでは，武蔵野台地中央部での低下量が目立ち，その量は最大30ｍにも及んでいる。しかしこれがつぎの時期ののになると上記とは逆に

周辺部の低下量が大きくなり，一方中央部での低下量が少くなる。その量は中央部で10m以内，周辺部で10m以上となっている。

水位低下量の分布がこのようにほぼ地下水揚水の規制の時期を境として地域的に逆の傾向を示すようになる点についてはつぎのように説明出来る。すなわち，規制以前の段階では水位低下域への誘発的涵養量が周辺地域との水位差の拡大とともに増加したとしても，その量は揚水量の増加には常に追いつかないため水位低下が年々加算されたが，規制以後では揚水量の減少とともに，その量と誘発的な涵養量との差が減少するようになったためと解釈出来る[14]。これらの事はIIにのべたものとは時間的にも，空間的にもスケールを異にする涵養形態，すなわち地域的にあるひろがりをもった地下水位低下のひずみを補償するかたちの涵養が行なわれていることを示している。

第4図　武蔵野台地における地下水位と揚水量の長期変化の例

IV. 帯水層の層準別地下水面図から推定される事項

以上にのべてきたように垂直方向，水平方向を問わず，被圧地下水盆における地下水位の分布は全体として，一つの平衡状態を維持する方向に向かって変化するといえる。したがって外部からのインパクトの強度が減少すれば，いずれは地下水位低下という“ひずみ”は解消される。しかしこれにいたるには一般に長時間を要する。とりわけ地質単元を異にする場合はこれが倍加されるように思われる。

第7図はその一例で，武蔵野台地西部の瑞穂町

第5図　しぼり出し補給のモデル実験

第2表　地下水位の回復率(%)

	39	40	41	42	43	44	45
田無市	34	55	22	20	41	22	8
武蔵野市	48	58	37	46	—	13	13
府中市	54	—	59	26	58	42	17
立川市	56	36	46	42	33	30	27
国分寺市	53	—	53	33	26	37	—
昭島市	53	—	33	20	22	—	—
平均	50	49	42	31	36	29	16

第6図1　地下水位変化の地域分布 (1)
(昭和40年～昭和45年)

第6図2　地下水位変化の地域分布 (2)
(昭和45年～昭和50年)

における東京都公害局の観測井の記録である。ここでは特に厚い不透水層が発達しているというわけではないにもかかわらず，30m 井と，110m 井の間では水位差は実に40m 以上に達している。同じような現象は東京都土木技術研究所の調布市，東大和市その他の観測井の記録にもみとめられ，地下水の挙動を正確に把握するためには帯水層の層準別の地下水面図を画く必要があることを示唆している。

ここでは第1表にもとずいて，主として東京層

群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸を区別し，２層準の地下水面図を画いた。

地下水面図は昭和35年，40年，45年，52年の４時期について画いたがここでは昭和52年[15]のものを第８図に例示し，他の時期のものについては２層準の水位差を分布図として示した。第９図１～３がその例であるが，この図では上総層群の水位が東京層群の水位より低い場合についてのみ示し，その逆の場合は“水位差なしまたはプラス”として一括して示した。なお空欄はデータのないことを意味している。

以上のほかに東京都心部と武蔵野台地を東西に横断する方向に地下水面の断面図を画いた。第10図がそれである。これらの図からつぎの点が指摘出来る。

i.　昭和35年時では東京層群，上総層群

第７図　帯水層の位置によって自然水位が異なっている例（東京都西多摩郡瑞穂町）

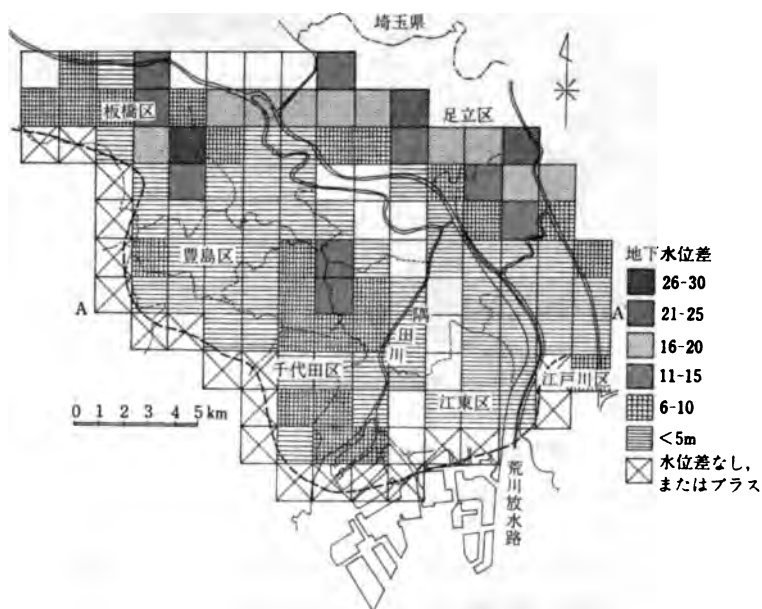
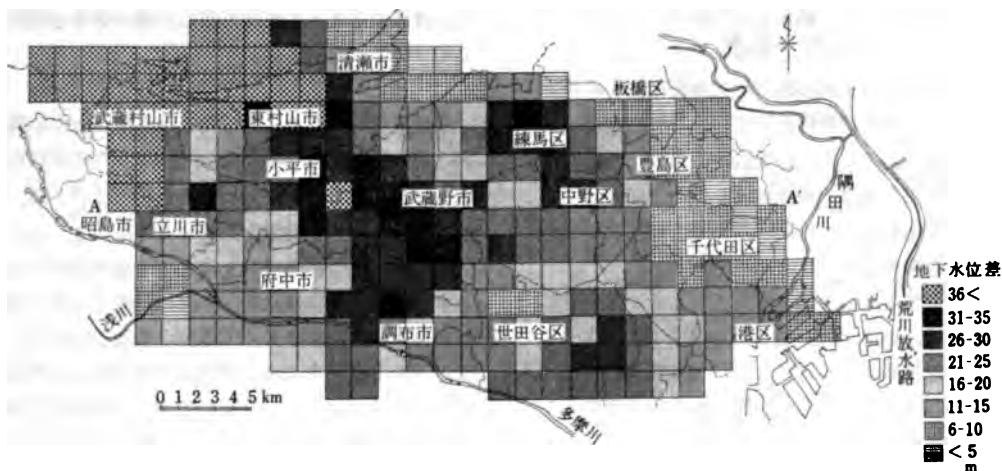
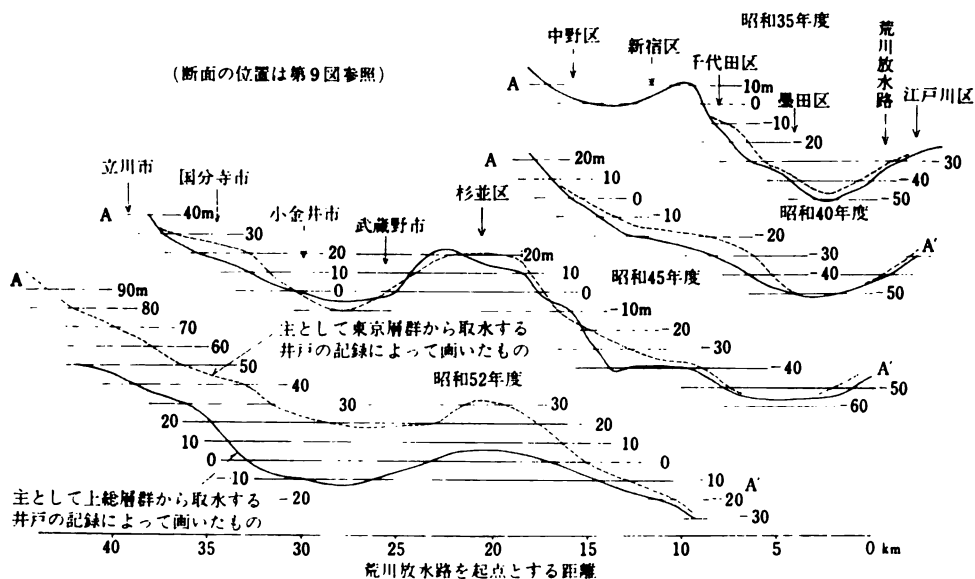
第８図　地下水面図（昭和52年８月）

両層準の地下水位差の東京都心部をのぞいて，さほどいちぢるしくはなかった。

ii.　昭和40年時では都心部での水位低下がいちぢるしくなり，また両層準の水位差が10～30m と大きくなった。

iii.　昭和45年時では水位低下地域はさらに西部に向かって拡大し，深層部の地下水利用が増加するにしたがって両層準の水位差も次第に大きくなった。

iv.　昭和52年時では，両層準間の水位差は当地域のほぼ全域にみとめられるようになり，最大50m に達した。これに対して都心部では両者の水位差はほとんどみられなくなった。

第9図1　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (1)（昭和35年）

第9図2　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (2)（昭和40年）

第9図3　主として東京層群から取水する井戸と，主として上総層群から取水する井戸の水位差の分布 (3) (昭和52年)

第10図　地下水断面図

いうまでもなく帯水層の層準向の水位差が大きくなるのは，上層部より下層部へ向かって行なわれる涵養が，下層部からの揚水に追いつかず，その不足量が累加されるためであるが，一方水位差が大きいということは地下水涵養を誘発するポテンシャルがそれだけ高いということを意味している。先に武蔵野台地西部での浅層地下水の水位低下の大きいことから垂直涵養量が多いことを推定したが，上述の事実はこのことと矛盾しない。

V. 結　論

(1) 地下水の動態の指標としての地下水位変化特性

一般に被圧地下水盆の地下水は一つの閉じた系

をなしているので，揚水という外部からのインパクトがなければほとんど停滞していると考えるべきである。換言すれば地下水位の変化はこのインパクトの強度と持続時間の応答としてとらえることができる。そしてこの場合，その変化の様態は地下水の賦存状態や涵養機構を強力に反映しているはずであるから，地下水の実態を把握するための有力な情報を提供するはずである。

ここで地下水の実態をもっともよくキャッチしうるのは，地中水体に生じた水位低下という“ひずみ”を補償するかたちに進行する水位回復の段階であろう。そしてその段階は大きくつぎの３つに区分される。

i. 帯水層の弾性的性質に支配される段階。

ii. 絞り出しあるいは漏水涵養等の垂直方向の涵養が誘発される段階で，はじめは局部的な現象として生じ，ついでその影響が拡大してゆく。

iii. 地下水域あるいは地下水盆内の一部に生じた地下水低下域というやや拡がりをもった局地的なひずみ域を補償するかたちの誘発的地下水流動の段階

これらの各ステージは段階的にそれぞれ単独に進行するというよりは漸移的であって，ある部分では重複し，並列的に進行しているものと思われるが，長期間にわたる連続揚水あるいはくりかえし揚水の強度によっては非可逆的な性格も有する。たとえば帯水層の弾性的性質の低下や，しぼり出し補給量の低下などがそれである。

本論では上記各ステージのうち ii と iii についてのべたものである。ii. については年間での水位変化の振幅が減少し，かつ一定揚水量当りの水位降下量の増大からしぼり出し補給の能力が低下し，現在は上層部から下層部への漏水補給が進行していることを帯水層の層準別の水位差の分布や深度をかえた水位観測記録から推定した。iii. については東京都心部や武蔵野台地中央部で認められた地下水面の凹部が周辺地域からの誘発的地下水流動によって上昇を続けていることを長期的地下水位変化記録により推定した。

これらの段階で外部からの正味の涵養が加わっているかどうかは明確に結論出来ないが，少なくとも多摩川沿岸地域では河川流量観測の結果から，表流の地下への転化が行なわれていると判断してよい。

(2) あとがき

本論文でははじめにのべたように地下水位の観測という間接的な手段によって，地下水の挙動を明らかにしようとしたもので，たとえていえば，脈搏によって人の健康を診断するのにたとえられる。これは医学の進歩した今日でも重要な診療の基本であるのと同様に地下水学の分野でも地下水の実態を探る上できわめて重要な事項といえる。このわかりきったことが意外におろそかにされているのではないかという気がする。これは地下水を研究する側にも，地下水をとり扱う行政側についてもいえることで充分意を留めなければならない点といえる。

本調査を実施するにあたっては東京都公害局特殊公害課の職員の方々をはじめ，関係市町役場水道部，課の方々から多くの御便宜を計っていただいた。また現地調査にあたっては東洋大学工学部土木工学科の学生諸君の御協力をいただいた。ここに以上の方々に対して厚く御礼申し上げる。

注

1) 新藤静夫(1968, 1970)
2) 佐々木　実，橋本　稔(1958)，蔵田延男(1964, 1965)，新藤静夫(1968)等
3) 昭和52年８月，11月，昭和53年３月に実施した。
4) ここでは上総層群，東京層群という単位で考察を進めている。
5) 表示の程度の差の範囲内では，水位は深層部の影響を強くあらわすという前提がある。
6) 不圧地下水型ともいいうるが，ここでは定義通りの区分をせず，表層部の地下水といった軽い意味で呼んでいる。このようなタイプは井戸の深さが大きくてもストレーナーが浅いところに設置してあるものによくみられる。
7) 上述の浅層地下水型と，つぎの深層地下水型の中間的なパターンを示すという意味である。
8) 主として漏水補給のかたちで行なわれるものと考えられる。
9) 直径30cm，高さ 30cm の鉄製の円筒を使用。

10) 各層の厚さ，配列は種々の組合せで行なったが，この図では全部10cm の厚さである。なお実験は全層が完全飽和の状態になってからスタートした。
11) 荷重は重錘により与え，試料と円筒の間はグリスを塗付し，摩擦を低減させた。
12) 東京層群と上総層群の比較では前者の方が粘土質である。
13) 夏期における最低水位をベースとして，それ以前の水位との差を a，以後の水位との差をbとし，$\frac{b}{a}\times100$によってあらわした。
14) このあたりの様子は第8図，第10図からも読みとれる。
15) 昭和52年については8月から翌年の1月までの毎月の地下水面図を画いた。

参考文献

遠藤　毅(1978)：東京都付近の地下に分布する第四系の層序と地質構造．地質雑，84，9，505-520．

新藤静夫(1968)：武蔵野台地の水文地質．地学雑，77，4，223-246．

――(1970)：武蔵野台地の地下地質．地学雑，78，7，449-470．

――(1970)：被圧地下水の補給機構に関する研究．東洋大学工学部研究報告，6，9-19．

――(1972)：南関東の地下水，土と基礎，20，5，25-36．

――(1976)：南関東地域の地下水利用と地盤沈下．地学雑，85，2，81-108．

東京都(1970)～(1976)：東京都地下水利用実態調査報告書．

――(1971)～(177)：地盤沈下観測成果．

(1980年2月1日受理)

地学雑誌 89, 6 (1980)

広島都市圏における宅地造成による地形の改変

赤 木 祥 彦

Land Deformation through the Development of Large-scale Housing Estates in the Hiroshima Area.

Yoshihiko AKAGI

The purpose of this paper is to examine the extent of land deformation through the development of large-scale housing estates and the disasters that will be brought about by this land deformation.

In the Hiroshima area most new land needed as residential, agricultural or industrial land has been obtained by reclamation of the shallow bay in front of the Hiroshima delta after Hiroshima castle wae built in 1591. But since about 1960 there has been a change in these land uses, that is, large-scale housing estates have been developed in the granitic dissected pediments and hills around the Hiroshima delta.

The longitudinal lengths of pediments in this area are about 300-2000 meters, and inclinations are about 7-8 degrees in the lower-middle sections of the pediments and 12-15 degrees in the upper section. The inclinations of escarpments behind the pediments are about 26-30 degrees, occasionally 45 degrees. The height of the lower ends of these pediments is about 50 meters above sealevel. These pediments have been dissected by valleys to depths of 50-100 meters. As a result most of the original pediment surfaces have disappeared. It is supposed that the hill lands are dissected pediplains. Most of these dissected pediments and hill lands have been deeply weathered and are readily cut into by bulldozers.

The large-scale housing estates are reclaimed by the method of cutting spurs and filling valleys, taking into account a balance between the quantities of cut and fill. The mean cut depth of the spurs is about 20 meters.

The number and area of large-scale housing estates in this area are shown in Table 1. Large-scale housing estate development has been carried out here since 1960, but since the oil crisis development has slowed down. Data was obtained on the area and movement of earth in 15 housing estates in order to calculate the quantities of earth moved artificially for the development of large-scale housing estates in this area (Table 2). The data from which these volumes have been calculated are as follows: 1) The mean depth of cut earth is 10.02 meters; 2) The ratios of cut to fill are almost even both in area and in volume; 3) The area of large-scale housing estates developed or planned to be developed in this area is 3203.7 hectares. Thus the amount

of earth moved or planned to be moved in this area is about 160,000,000 m^3 (1,600 ha × 10 m). The volume of moved earth per person living in this type of housing estate is estimated at about 500 m^3 from a density rate of 100 persons per hectare. The population of Hiroshima area in 1979 was 1,144,455. The population growth in this area from 1960–1979 was 489,250 and about 46% of this consists of people living in this type of housing estate.

In the Hiroshima area mudflows caused by heavy rainfall have occurred ten times since the beginning of this century. The total number of people killed by these mudflows is 2,032. All these mudflows occurred in the escarpments behind the pediments, and most of the mudflows ran along the valleys that dissected the pediments. The valleys that have dissected the pediments in the large-scale housing estates are now filled up with artificially moved earth. So if mudflows occur in the escarpments behind the pediments in which large-scale housing estates have been developed the filled parts of the housing estates will suffer heavy damage.

I. まえがき

近年，大型土木機械が使用されるようになり，人為による地形改変が巨大化して来た。その結果，大規模土木工事が地形改変営力として注目されるようになった(田村 1977，内村・山本 1978)。人為による地形改変の主なものとしては宅地，農地，牧草地，ゴルフ場等の造成があげられるが，これらの造成についての具体的な調査報告はあまりなされていない。ここでは，その一例として広島市周辺[1]での宅地造成による地形変化について報告する。

II. 地質・地形の概観

(1) 地質の概観

対象とした範囲の地質はほとんどが白亜紀に貫入した広島花崗岩類であり，砂谷付近の角閃石・黒雲母花崗閃緑石～石英閃緑岩以外は黒雲母花崗岩である。この黒雲母花崗岩は非常に粗粒であるが，古生層に接する部分，山頂に近い部分では細粒となっている。この広島花崗岩に貫入された古生層が，北東部から西方へと分布している。すなわち北東の三篠川沿いから太田川の両岸，さらに北西の東郷山へと帯状に分布している[2]。

(2) 地形の概観

安芸山地には北東一南西方向の断層が著しく発達しており，対象とした範囲では吉山川，安川，根谷川から太田川下流にかけて，三篠川がこの断層線に沿う河川である(第1図)。これらの河川の間に位置する山地は広島湾に向って高度が低くなっており，東郷山の位置する山塊のの標高は800～900m であり，広島湾に面する武田山山塊の標高は400m である。南西部の野貝原，極楽寺山山頂部には吉備高原に対比される標高600～700mの侵蝕平坦面が残存している。東郷山と極楽寺山の間には東の西條盆地，西の津田盆地に対比される標高300～400m の砂谷の盆地が位置している。

古生層と花崗岩の岩質の相違は地形によく現れている。すなわち，古生層の所では山地斜面が急勾配であるのに対し，花崗岩の所には広くペディメントが発達している(赤木 1962)。ペディメントの縦の長さ（上端のニック・ポイントから末端までの長さ）は最大約2,000m であり，勾配は末端で約7°，上端で10°～15°であるが上端に近くなるとともに勾配が急になる指数曲線状の断面をしている。安芸山地のペディメントは三段に分れているが，対象とした範囲には高位ペディメントはみられない。吉山川流域と砂谷盆地に中位ペディメントが発達しており，その末端の標高は200～300m である。低位ペディメントの末端の標高は広島湾沿いで約50m である。これらのペディメントはいずれも開析されているが，中位ペディメントでは広く低位ペディメントでは一部にペディメント堆積物が残っている。堆積物が残っていな

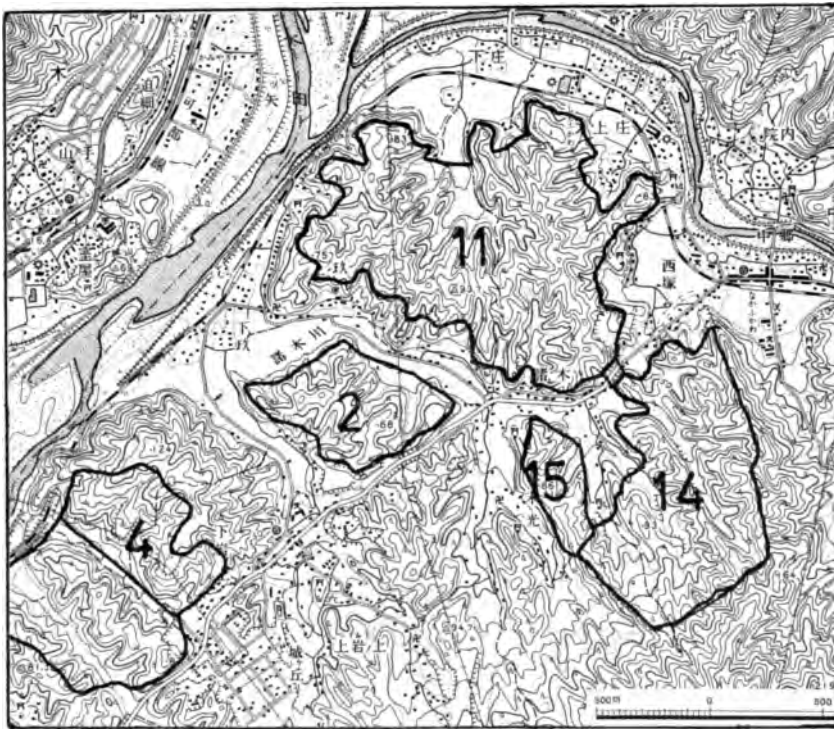
第1図 広島市及び周辺部の接峰面図
Fig. 1 Summit level map of the Hiroshima area
G 極楽寺山，K 己斐，Ka 可部，Ko 高陽，N 野貝原，Nu 沼田，O 大野町，S 砂谷，Sa 坂，T 東郷山，Ta 武田山，U 牛田山，Y 矢野

い所でも尾根は比較的よくそろっており，それを結ぶとペディメント原面を復元することができる。ペディメント背後の斜面は勾配26°～35°であり，ペディメントとの間にはっきりしたニック・ポイントがみられる。背後山地はほとんど風化されていないが，ペディメントの部分は非常に深く，時に数10米も風化されており，ブルドーザーで切崩される状態になっている。

山地周辺部に洪積台地はほとんど発達しておらず，山地が直接沖積平野に接している。沖積平野は非常に小規模な扇状地，谷底平野，三角州に分れる。面積的に広い沖積平野は可部から下流部の太田川流域である。

III. 宅地造成により改変された地形

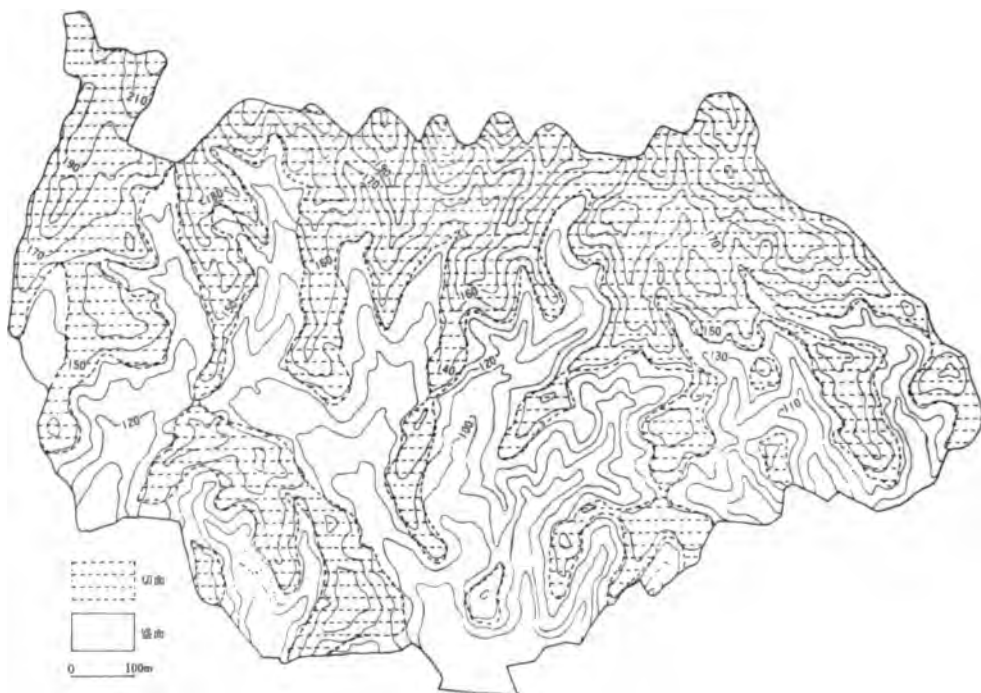
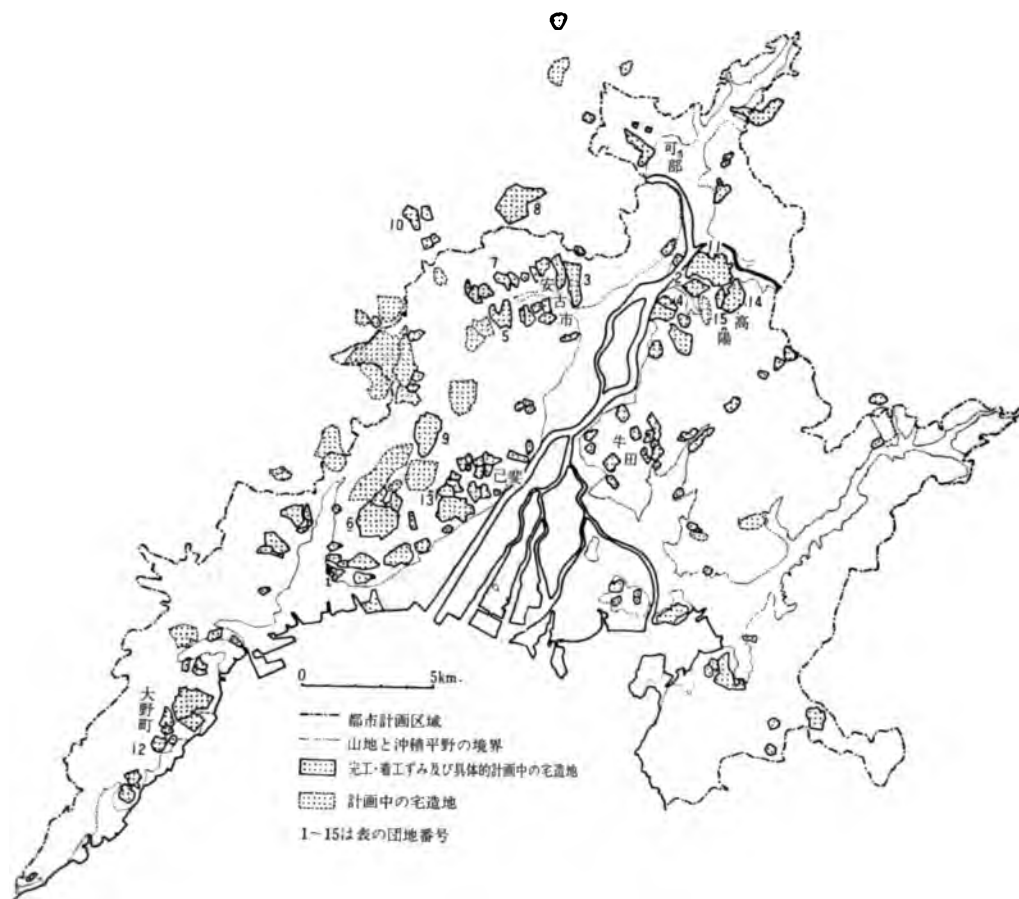
三角州に立地する広島では16世紀に広島城が築

写真1　開析ペディメントに造成された住宅団地（広島市安古市町）
Photo. 1 Large scale housing estates that have been developed in the granitic dissected pediments.

第2図　広島市高陽町における住宅団地造成前の地形（2, 4, 11は開析丘陵 14, 15は開析ペディメント 番号は表の団地の番号に対応）
Fig. 2 Large scale housing estates that have been developed in hills (Numbers are same with that in table[2])
国土地理院発行2万5千分の1地形図「中深川」を使用

域されて以来，宅地，耕地，工業用地等を沖積平野に求め，それらが不足すると干拓，埋立により三角州の前面に陸地を拡大して来た。ところが1960年頃からこの土地利用に変化が現れた。風化花崗石斜面を改変しての宅地造成である。川村(1965)によると，敗戦後の広島地域における住宅団地は旧軍用地，埋立て地，耕地等の平坦地に建設されたが，地価高騰のため次第に平坦地に住宅団地を建設することが困難になってきた。その結果，1955年頃から風化花崗岩斜面に住宅団地が建設され始めたが，この時期には著しい自然改変は行われなかった。大規模な地形改変により造成された住宅団地は，1960年着工された牛田新山団地（広島市牛田，5.9ha）と緑ケ丘団地（府中町，4.6ha）が最初である。

この宅地化された風化花崗岩斜面は相当の部分が開析ペディメントであり（写真1），残りは開析丘陵である（第2図)。この丘陵はペディメント発達前の山塊が小規模であったために，急斜面の部分が侵蝕されてしまった場合と，ペディメントが典型的に発達しなかった場合の二つに分れるようである。ペディメント，丘陵ともに50～100m開析され，尾根状になっている場合が多い。そのため，地形改変しない場合には，非常に小規模な団地しか造成できず，前述のようにこの型の開発が主流をなしたのは非常に短期間であった。

1960年から始った大規模な地形改変による団地の造成は尾根を切り谷を埋める方法であり，本論文で量的に把握した5ha以上の団地はこの方法で造成されている。この方法は切面と盛面に段差ができず，しかも切土の捨場が不必要で，長距離運搬する必要がないためコストの点でも有利な造成方法である。

開析ペディメントが宅地化される場合，もとの尾根の勾配より緩やかな勾配を持った団地にするために上方でより厚く尾根が切られ，下方に盛面が広くなるように造成されている。第3図は五月ケ丘団地の計画図である。団地上方部（東側）に沿って幅150mほどは一段と高く造成されているが，他の大部分は西になだらかに傾むく段差のな

第3図　住宅団地の切面・盛面分布図の一例
Fig. 3 A sample of distribution map of cutting and filling part in a housing estate

第4図　広島市及びその周辺部の花崗岩斜面にみられる宅造地分布図
Fig. 4 Distribution of the large scale housing estates in the Hiroshima area

い一つの面に造成されている。しかし，このように団地が階段状に造成される例は少く大部分は写真1にみられるように上端から末端まで一つの面に造成されている。

開析ペディメント(尾根)は団地の上方では時に数10米の深さ切取られている所もあるが，平均するとその切取られた尾根の厚さは約20mである。これら開析ペディメントは一様に風化されているのではなく，場所により差異がみられ，開析谷の高度に近い所まで深く風化されている所がある反面，尾根から数 m でまったく未風化な基盤となりハッパを使用して造成された団地も多い。

開析丘陵の宅地化は，宮島の対岸大野町から廿日市町地御前にかけてと広島市高陽町に広くみられる。特に高陽町には広島都市圏最大規模の高陽ニュータウンが造成されており，開析丘陵の宅地化の特色をよくあらわしている(第4図)。高陽ニュータウンA住区 (No. 11) の全面積 1,560,000 m^2, 切土面積 701,289m^2, 盛土面積 628,114m^2, 切土量7,480,000m^3, 盛土量7,347,000m^3, B住区 (No. 2) の全面積 380,173m^2, 切土面積 173,823 m^2, 盛土面積157,159m^2, 切土量1,367,070m^3, 盛土量1,364,338m^3 であり，両区ともほぼ全ての切土を城内に移動している。両住区ともにほぼ水平に尾根を切り，その間の谷を埋めている。尾根であった所と谷であった所の境に段差はみられず，全体がほぼ平坦な一つの面に造成されている。

第1表 年度別着工件数 (5ha 以上)
Table 1 Number and area of housing estates (larger than 5ha)

年 Year	件数 Number	総面積(ha) Total area	平均面積(ha) Mean value of area
1960	1	5.9	5.9
1961	5	55.9	11.2
1962	1	6.3	6.3
1963	2	26.9	13.5
1964	5	34.5	6.9
1965	7	71.5	10.02
1966	3	23.8	7.9
1967	6	85.1	14.1
1968	8	114.8	14.4
1969	10	130.0	13.3
1970	26	270.6	10.4
1971	20	386.5	19.3
1972	11	193.1	17.6
1973	11	500.5	45.5
1974	7	365.5	52.2
1975	0	0	0
1976	6	115.3	19.2
1977	6	271.6	45.3
1978	3	108.8	36.3
1979	2	36.5	18.3
計 Total	140	2,803.1	
具体的計画 Decided to develop	9	400.6	44.5
計画中 Reserved to develop	25	1,720.5	68.5
総計 Sum Total	174	4,924.2	

IV. 団地造成の時期と面積

第1表は花崗岩斜面に造成された面積5 ha 以上の団地の年度別着工件数と面積である。「具体的計画」とは民間の場合，県知事へ申請中のものであり，土地区画整理組合の場合，組合を結成し，1～2年後に着工することになっている団地である。

1960年に始った大規模地形改変による団地造成は40年代前半までその件数，面積を徐々に増大して来ているが，昭和40年代後半の日本列島改造ブームとともに面積を急増している。そして，1件当りの面積が増大した時，第一次石油ショックがあり1975年には着工件数ゼロと急変している。

場所による着工時期のずれはそれほど大きくない。概略的には1960年ごろから1970年ごろにかけて牛田山周囲に多く，己斐地区では1965～1970年ごろに造成された団地が多く，1975年ごろになると1965年ごろまでに造成された団地の上方ペディメントのニック・ポイントに近い部分に団地が造成されている。安川流域では1970～1975年に団地造成が集中したが，これは現在行政的にブレーキ

第２表　15団地の面積と移動された土量
Table 2 Area and artificially moved earth of fifteen housing estates.

No.	期間 Period	全面積 (m^2) Total area	切土面積 (m^2) Cutting area	盛土面積 (m^2) Filling area	自然斜面 (m^2) Not deformed area	切土量 (m^3) Amount of earth cut	盛土量 (m^3) Amount of earth used to fill	切土の厚さ (m) Mean value of depth of earth cut
1	1970～1975	277,000	183,100	82,700	11,300	1,875,000	297,000	10.2
2	1970～1974	380,200	173,800	157,200	49,200	1,367,000	1,364,000	7.9
3	1971～	879,900	456,403	380,100	43,400	4,417,000	4,768,000	9.8
4	1971～1973	354,100	193,100	161,000	0	1,834,000	1,926,000	9.5
5	1972～1978	451,900	210,400	241,500	0	2,100,000	2,179,000	10.0
6	1973～	1,231,400	574,400	657,000	0	6,360,000	6,938,000	11.1
7	1973～1976	241,400	123,000	94,100	0	877,000	946,000	7.1
8	1973～1976	1,458,300	699,100	759,300	0	6,774,000	6,765,000	9.7
9	1974～1977	990,700	510,538	454,200	26,000	5,200,000	4,700,000	10.2
10	1974～1978	370,400	199,100	171,300	0	2,594,000	2,594,000	13.0
11	1974～	1,560,000	701,300	628,100	230,600	7,480,000	7,347,000	10.7
12	1976～	283,300	132,300	146,200	4,800	1,360,000	1,345,000	10.3
13	1976～	222,800	100,300	118,700	0	1,400.000	1,400,000	14.0
14	1978～	810,000	263,200	414,400	132,400	1,913,000	3,706,000	7.3
15	1978～	147,400	84,500	35,500	27,500	593,000	192,000	7.0
計		9,658,900	4,604,500	4,501,300	525,200	46,144,000	46,467,000	平均 10.0

がかけられていることによる。高陽町と宮島線沿線は1965年ごろから現在まで連続的に団地造成がすすめられている地域である（第４図）。

V. 宅地造成による掘削土砂量

地形改変営力として宅地造成を検討する場合，その面積とともに掘削土砂量を把握する必要がある。掘削土砂量を把握するためには宅地造成計画書類を入手し，切土面積と切土量を整理すればよい。しかし県庁へ提出された申請書類は工事完成後一定期間しか保存されていない。また宅地造成者はその数が多く，また，倒産している場合も相当数あり，1960年以来造成された団地をすべて検討することは不可能であった。そのため，入手し得た資料から対象地域の全掘削土砂量を推定することにした。

幸いなことに広島県の場合，県庁に保存されている「宅地造成に関する工事の許可書」には総面積，切土量，盛土量が記入されている。しかしこれからだけでは単位面積当りの切土量を知ることができない。そのため，切土面，盛土面が区別して記入してある15例の設計図を入手し，面積を計測した。

これらの資料を整理した結果を第２表にまとめた[3]。第４図の番号は第２表の番号に対応している。このサンプルは件数で約10分の１，面積で約３分の１である。

切上の厚さの平均値は10.02m であり，宅地造成の時期，規模による相違はみられない。切土の厚さが７m 台の No. 7はペディメントを開析する谷の間隔が例外的に広く，比較的浅い所に造成されているためである。No. 2, 14, 15は開析がすすんで起伏量が小さくなった丘陵を造成した団地である。例えば，No. 2の造成前の最大標高は約70m であったのに対し，隣接する No. 11は約90m であり（第２図），切土の厚さは10.66m である。反対に13m 台の No. 10は太田川の支流吉山川の流域に位置し，筆者がこの地域のペディメ

ントを三段に分けた時，中位のペディメントに属する面を造成した団地である。中位のペディメントは他の大部分の団地が位置する低位のペディメントより深く開析されており，No. 10の切土の厚さが大きくなっているのは開析谷が深いためである。また No. 13は周辺部が1965～1970年ごろに宅地造成されたため，これらの団地より上方のニック・ポイントに近い所に位置し，起伏量が大きい尾根が造成されたためである。

以上のように部分的に差違はあっても全体的には切土の厚さがほぼ一様なのは，ほぼ高度のそろった尾根が造成されたためである。そして切面と盛面の間に段差を造らず，切土を同一団地内か近接の団地で盛土に使用しているため，造成時期，規模が相違しても切土の厚さに大きな相違がみられないのである。この点は造成時期によって造成方法が異なる仙台市周辺（田村等　1978）とは異っている。

このサンプルから得られた切土の平均の厚さ10.02m を対象地域全体の平均値と仮定すれば，対象地域における全切土量は全面積に対する切土面積の割合から知ることができる。サンプルとした団地の切土面，盛土面，自然斜面の割合はそれぞれ47.7%，46.6%，5.7%である。しかし，自然斜面はサンプルとした団地でも比較的新しく着工された県・市の住宅供給公社により造成された団地に多く，また空中写真判読によると1970年以前に着工された団地にはほとんどみられないので，対象地域全体ではその割合はさらに小さくなるものと推定される。サンプルとした全団地における切土量の盛土量に対する割合は0.99であり，盛土量と切土量がほぼ等しい団地だけの場合も同じく0.99である。以上のように切土面対盛土面，切土量対盛土量の割合がともにほぼ1対1であるので，対象とした地域の5ha 以上の団地で切取られた土量は具体的に計画されている団地を含めると約1,600ha×10m，約1億6千万m^3 と推定される。

地形改変規模を他の都市圏と比較する場合，それぞれの総切土量を比較する方法，行政面積あるいは全人口に対する切取土量を比較する方法もあるが，その地域に与える影響に関しては宅造地住民1人当りの切土量を比較するのが適切であると考える。この場合，それぞれの都市圏の宅造地に実際に住んでいる住民1人当りの切土量を比較する場合と単位面積当りの切土量を比較する場合と単位面積当り住民人口を同じと仮定して比較する場合がある。ここでは後者の場合を検討した。

単位面積当り住民人口はその団地に集合住宅が建設されているか否かにより大きな差がみられるので，サンプル団地のうち集合住宅が建設されていない8団地をとり1区画4人として計算した結果，1ha 当り平均約92人となった。しかし，対象とした団地は面積が大きいため，ほとんど小学校，中学校など公共用地が含まれている。そのためサンプル以外の団地の学校が建設されていない比較的小規模な団地を検討した結果1ha 当り約105人となった。「広島市周辺部整備基本計画」（中四国都市学会 1973）は1ha 当り住民人口を100人としており，ここでも1ha 当り100人として計算すると，切取られた土量は1人当り500m^3 となる。この値を他の地域と比較してみると（例えば門村・山本 1978）はるかに大きい値となっている。

対象とした地域の1960年の人口は655,205人，1979年の人口は，1,144,455人であり，20年間で約75%の人口増加になっている。その市域の大部分が広島三角州に位置する旧広島市の人口は1960年には全体の約65%であったが，1979年には約55%に減少している。旧広島市の20年間の人口増加の割合が約30%であったのに対し，旧広島市に隣接する各町は約120～400%の増加となっている。これらの町のうち佐東町と祇園間の人口増加は沖積平野の宅地化がほとんどであったが，他の町の人口増加の大きな部分は花崗岩斜面の宅地によっている。1960年から1975年までに着工された5ha 以上の団地にすべて住居者が居ると仮定すると（1ha 当り100人として），227,000人となる。これは対象地域の20年間の人口増加の約46%に当っている。

VI.　地形改変に伴う自然災害

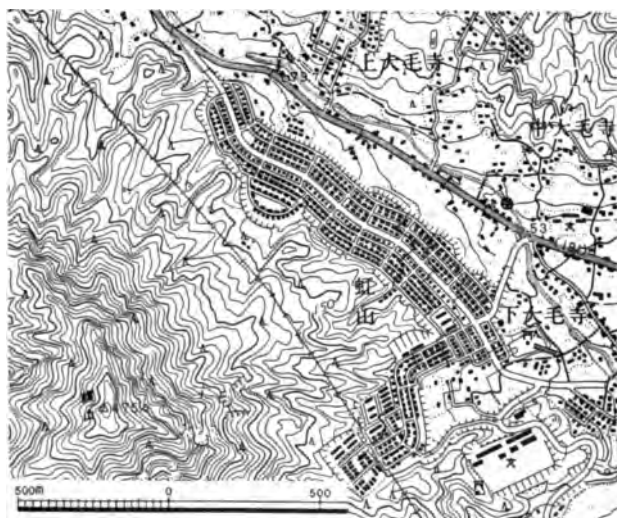
以上のように広島市とその周辺では大規模で急速な地形改変が行われたが，この地形改変に対す

る土地自然の反応は自然災害となって現れることが予想され，一部においては現実の問題となっている。流域の広い範囲が宅地化したため，しばしば氾濫する己斐地区の八幡川，盛面の旧谷部の土砂が流出したため大きな割目が出現した百田団地等はその一例である。しかし，今後に予想される大規模災害としては土石流災害が指摘される。(国土地理院 1969, 赤木 1972)。

呉市から大竹市にかけての広島湾沿岸では明治以来，死者を伴う土石流災害が10回発生し，犠牲者の総数は 2,032 名である。いずれの土石流もペディメント背後の急斜面から発生しており，発生高度は 400m 以上が多い(天満 1972)。矢野・坂両町等では同一河川で2～3回も犠牲者が出ているが，これは平坦地が狭く明治初期からペディメントを開析する扇状地性の沖積平野に多数集落が立地していたためである。大規模な土石流が発生しても死者を伴わない場合，記録に残らないことが多いが，聞き取り調査で明らかになることもある (赤木 1972)。沼田町では死傷者を伴う土石流の発生は1回であるが土石流そのものは5回発生している (天満 1972)。

土石流はしばしば崩壊が引き金となって発生しているが，崩壊は斜面勾配と密接に関係している。花崗岩斜面では，1945年呉災害の場合，69.3% (広島県土木部 1951) 1960 年広島東南部災害の場合63.9% (広島県土木部 1963)，1967年呉災害では62%が (高崎・小林 1970)勾配25°～40°の斜面で発生しているが，この25°～40°の勾配はペディメント背後急斜面の勾配とほぼ一致している (赤木 1962)。

大野町と大竹市で1945年及び1951年に発生した土石流の調査結果(日本道路公団広島建設局1975)によると，土石流は総渓流数 145 のうち52で発生しており，流域内の最高点の高さが 200～400m の流域での土石流発生率は65%，400 m 以上では 91.6%と高率となっている。また，渓床勾配20° 以上の区間が長くなるほど土石流の発生率は高くなり，150m をこえるとこの率は急増し，250m 以上では特に大きくなっている。この調査結果は天満の調査結果と同様に，土石流がペディメント背後の急斜面から発生したことを示唆している。

水系次数と土石流の関係をみると3次谷で81%，4次谷では100%となっている。1972年天草災害の場合，非花崗岩斜面で発生しており，大野町，大竹市の場合と直接比較できないが，1次谷

第5図　開析ペディメント末端に造成された虹山団地，広島市可部町
Fig. 5　Nijiyama housing estate that have been developed in the lower sections of the dissected pediment.
国土地理院発行2万5千分の1地形図「飯室」を使用

第3表 花崗岩地域の土石流による流出土砂量
Table 3 Volume of sediments of mudflows occurred in granitic area

地 区 Locality	渓流名 Name of Valley	流域面積 (m²) Basin Area	流出土砂量 (m³) Volume of sediment	流域 1km² 当り流出土砂量 (m³/km²) Volume of sediment per/km²
1) 広島湾岸	水ケ迫川	0.36	3,000	22,222
	両城川	0.28	5,000	17,857
	本迫川	0.20	5,000	25,000
	内神川	0.66	17,000	25,757
	〃	2.08	30,000	14,423
	室瀬川	0.22	3,000	13,636
	延崎川	0.84	4,000	4,761
	紅葉谷川	1.60	33,750	21,093
	奥迫川	4.00	51,700	12,905
2) 太宰府[2)]	原川	0.13	10,000	77,923
	大谷川	0.33	13,000	39,393
	はる川	0.20	30,000	150,000
3) 広島県東南部	植垣内川	0.40	2,800	7,000
	平原谷川	0.35	3,000	8,571
	永谷川	0.30	1,200	4,000
	立花川	0.20	1,750	8,750
	殿山川	0.30	3,000	10,000
	西川	0.30	15,000	50,000
	椋原川	0.20	4,000	20,000
	奥上川	0.45	23,700	52,600
	入	0.30	17,000	56,660
	岩谷川	0.48	16,200	33,750
	浦友川	0.45	2,000	4,444
	荒野川	0.50	480	960
	家老渡川	0.20	600	3,000

1) は広島県土木部(1951)及び天満(1972) 2)は田畑(1973, 3)は広島県土木部(1963)による。
相関係数 (r) r=0.946544648

で61%, 2次谷で72%であった(赤木 1980)。いずれにしても宅地化されている場所は土石流が発生しやすい急斜面の前面に位置する開析ペディメント及びそれを開析している沖積平野であるので, これら高い土石流発生率は災害が発生する可能性が高いことを示唆している。対象とした地域に発生した土石流はその多くがペディメント末端をこえて流下しており, 流下距離2,000mをこえる場合も多く, これらの末端勾配は一般に5°前後である(赤木 1972, 天満 1972, 日本道路公団広島建設局 1975)。

以上のごとく, 対象とした地域のペディメントを開析している谷の中にはある程度の降雨があった場合(赤木 1972), 土石流が走ると予想されるものがある。ところが宅地が造成された時, 谷は降雨だけを流下させるものとの前提により, 団地内の谷は全て埋められ, 降雨は多くの場合, 暗渠により排水されている。そのため土石流が発生すると住宅地を直撃することになる。対象地域と地質・地形条件が同じである太宰府町四王寺山山麓の住宅地で1973年発生した土石流災害はこの型の災害であった。

ところで，土石流災害の危険がある住宅地は大規模改変により造成された団地だけではなく，ペディメントを開析した扇状地状の沖積平野にもみられる。また土石流の発生が予想される谷を避けている団地もあるので，対象とした地域全体で土石流災害が予想される住宅地の具体的な検討は別の機会に行い，ここでは背後に土石流が発生する可能性のある谷がある団地の一例として虹山団地について述べる。

虹山団地（44 ha）は螺山（475 m）の北東山麓の開析ペディメント末端に位置し，尾根切り谷埋めにより造成された典型的な団地である（第5図）。地質は広島型花崗岩である。団地に流入する谷は標高約 400m の所から発しており，標高200～250m 以高の勾配は40° 以上であり，急な所は40°を越えている。この地質・地形的特色はこれまで広島湾岸地域の土石流が発生した地質・地形に非常によく似ている。もし土石流が発生する可能性があると判断した場合，災害を防ぐために砂防ダムの造築が必要となる。対象地域でこれまで土石流で流出した土砂量の資料はあまりないが，日本道路公団広島建設局(1975)は対象とした地域の花崗岩山地での土石流による流出土砂量を20,000～50,000m³/km² 程度と推定している。第3表に花崗岩地域で発生した土石流により流出した土砂量のいくつかの例をあげた。この表によると広島湾沿岸の場合，流域面積と流出土砂量の間には相関関係がみられる（相関係数は0.947）。太宰府町の場合，地形・地質ともに広島湾岸地域と類似しているが流出土砂は約3倍となっている。広島東部の場合，地質はいずれも花崗岩であるが，範囲が広く，他の条件には差がみられる。

流出土砂量は当然のことながら流域面積だけでなく，より直接的には崩壊個所数・規模，渓床堆積物の量，これらに影響を与える降雨量，植生等多くの要因により左右されるので砂防ダムの規模を決定する場合，これらの要因を検討する必要があることはここで指摘するまでのことはない。

虹山団地に流入する谷には団地造成中に南東端の谷をのぞきすべてに第4表の規模の砂防ダムが築造されている。

第4表 虹山団地背後の渓流の流域面積と砂防ダムの規模

Table 4 Basin area of the valleys flowing to Nijiyama housing estate and capacity of the dams built in the valleys.

河川番号 Number of Valley	流域面積 (km²) Basin area	ダムの貯砂量 (m³) Capacity of dam
1 号	0.109	2,600
2 号	0.080	2,000
3 号	0.033	2,800
4 号	0.073	1,700
5 号	0.151	1,000
6 号		1,700
7 号		890
8 号	0.118	3,200
9 号	0.044	1,200
10 号	0.082	

流域面積は2500分の1地形図を計測した。6号，7号の部分は入手しなかったが，両者とも背後急斜面までのでない小流域である。貯砂量は広島県砂防課による。10号にはダムが築造されていない。

本稿作成にあたり，広島県都市計画課開発審査係，元・前・現係長桐野晏定，杉原久夫，三上義克の諸氏をはじめ，資料収集に御協力いただいた多数の方々，英文要旨を校閲していただいたウェリントンの Rosemary MERCER 夫人に謝意を表します。

本研究の調査費の一部には文部省科学研究補助金（54年度総合研究A．課題番号 438032代表者門村 浩）を使用した。

注

1) 対象とした行政範囲は大野町，廿日市町，五日市町，広島市，海田町，熊野町，坂町，府中町である。
2) 本地域の地質は10万分の1広島県地質図（広島県1963）によった。
3) 入手した設計図に1辺1cm のメッシュをかけ，切土面積，盛土面積，自然面積を計測した。部分的に欠けるメッシュは2分の1として計測した。このようにして計測した総面積と「宅地造成に関する工事の許可書」に記入されている総面積との間にはずれがみられたので比例配分し

て第2表の値を得た。設計図の縮尺は No. 1, 15が500分の1, No. 2, 4, 5, 6, 10が1,000分の1, No. 8, 9, が2,000分の1, No. 3, 11, 14が2,500分の1である。No. 7と13の切土・盛土面積の値は宅地造成者から得た。No. 1は許可書を入手できず図上計測結果をそのまま記入した。

引用文献

赤木祥彦(1962)：安芸山地のペディメント．地理評, 35, pp. 570-586.

——(1972)：広島市周辺部の自然災害の考察と対策。広島市周辺部整備基本計画策定資料1.

——(1980)：土石流による侵蝕—昭和47年7月天草災害の場合—．西村嘉助先生退官記念地理学論文集 pp. 3-8.

門村　浩・山本　博(1978)：土地改変に伴う加速的侵蝕—侵蝕の速さと沖縄島北部の事例—．地学雑誌, 87, pp. 1-15.

川村博忠(1965)：広島地域における住宅団地発達．広島大学文学部卒業論文(未刊).

国土地理院(1969)：土地条件図広島及び説明書.

高崎正義・小林基夫(1970)：昭和42年7月豪雨災害による山地崩壊の地形的条件について．防災科学技術総合研究報告, 24号, pp. 7-24.

田畑茂清(1973)：昭和48年7月31日集中豪雨による北九州・太宰府周辺の土石流災害について．新砂防, 89, pp. 60-64.

田村俊和(1977)：土木工学大系, 19, 地域開発論(Ⅰ), pp. 1-73.

——・阿部　隆・宮城豊彦(1978)：丘陵地の宅地造成と地震被害—宮城県沖地震の被害を例として—.

中四国都市学会(1973)：広島市周辺部整備基本計画.

天満富雄(1972)：広島湾岸地域の水害—とくに山津波について—．地理科学, 18, pp. 1-12.

日本道路公団広島建設局(1975)：広島岩国道路地質および土石流調査報告書.

広島県(1963)：広島県地質図.

広島県土木部(1951)：昭和20年9月17日における呉市の災害について.

——(1963)：昭和35年7月7日～8日における砂防災害について.

(1980年7月25日受理)

地学雑誌 89, 6 (1980)

四種の地学雑誌と地学会と会誌の草昧期

小 林 貞 一

Four Chigakuzashis: Geoscience Society in Japan and its Journal at the Beginning

Teiichi KOBAYASHI

二種の化石と四種の地学雑誌

1977年2月に中国で「化石」が発刊された。我国にも「化石」が出ているので，あれと思って地学関係雑誌を調べてみると，同名異誌の少なからんことを見出して意外であった。その契機となった「化石」は化石編集部編で，北京の科学出版社から季刊として発行されていて，地史古生物や古人類に関する知識の普及啓蒙誌で，内外展望や，新著紹介なども盛り込まれている。

1960年日本古生物学会創立25周年に創刊した「化石」では第1号は同学会昭和35年度年会でのシンポジウムの紡錘虫特集であった。爾来年2冊を出していたが，44年には増刊号が出た。45～48年間は乱調となり，2冊合併号を入れて19～26号に至って49～51年間は休刊，その後は年1冊として復刊し昨54年に29号に達した。同誌は欧文の Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan に対する邦文誌で，シンポジウムの論集が主体をなし，論説・国際会議その他のニュース，書評・伝記なども収録されているが，中国の化石よりは遙かに専門的である。その横文字タイトルは日本の方は Fossils, 中国のものは Hua Hsi で混同する事はない（中原ますゑ，1978）。

東京地学協会の会員多数が御承知の通り，地学雑誌は明治16年（1883）に博物友会から分れた地学会から出していた地学会誌を先駆者とし，その邦文の甲部は1885年，欧文の乙部はその翌年から会員に分かたれた。甲部の欧文名は Bulletin of the Geological Society of Japan, Part A, Vol I ,No. 1, Tokyo, 1885の如くである。明治22年同誌は地学雑誌と改名され一般に発売されたが，25年に地学会と地学協会とが合併したので，『従前の地学会は向後地学倶楽部と称し社交的団体として存置する件』を決議した（第4集第48巻591頁25年12月）。翌年の第5集49号からは協会が出版を引き継いだ。協会は明治12年設立以来協会の年報を出していたが，第18年第4号(明治30年)を以って廃刊した[註1]。

上記の地学雑誌に先き立ってライマンの門人等が明治12年に地質学社を設立して，地学雑誌を発行した。しかし13年4月第16号をもって廃刊し，学社も3カ年で消滅した（土井正民　1977）。このように国内にも2種の地学雑誌があったのであるが，中国にもまた2種の地学雑誌があった。

章鴻釗の支那地質学発展史（1943）によると16頁に「前清の末期に至り，直隷全省砿政調査局（清光緒31年設立）の総勘砿師鄺栄光氏は直隷地質図(清宣統2年，地学雑誌第1号掲載)，直隷省砿産図（宣統2年地学雑誌1号掲載）及び直隷石層古蹟(即ち化石，同年地学雑誌第3・4号)を作成した事がある」と言う。18頁には「筆者（章鴻釗[註2]）は清宣統2年，先づ「世界各国の地質調査事業」（宣統2年，地学雑誌第3・4期及び同3年第13・14期掲載）なる一文を草して各国の地質調査の組織及び沿革を説明して，中国人が調査の方法を採用するに備えたのであった。また民国元年「中華地質調査私儀」（民国元年地学雑誌第1・3・4期掲載）を記して云々」とある。宣統

２年は1910年で，民国元年は1912年であるから清朝時代の地学雑誌は少くとも14期まで続き，民国元年に始まる同名の雑誌が第１～４期までは出ていたことが上記の記述から明らかである。

地球と地学各３種

他の同名異誌の例として，「地球」と「地学」がある。地学と地理に股がり地学雑誌の姉妹誌ともいうべき地球は小川琢治・石橋五郎・中村新太郎が発起人となって，関東大震災の翌年すなわち大正13年に創刊した。中村註3）と藤田元春がその編集に当り，年２巻，計12冊を発行する月刊雑誌「地球」は書店から発売され，その購読者によって地球学団が結成された。１～３巻には関東地震・温泉・海岸などの特集があった。原著論文も少なからず，展望・講話・内外の学界消息などもあり，ライマン・ナウマン・原田等の短篇の訳文や地理教材としての地形図の解説などが異彩を放っていた。その母体ともいうべき地球学団は刊行の他に研究会・見学等を催していた。今や忘れられようとしている学団と地球がかつて学界に寄興したところは甚大であったが，発行書店では同誌の経営難に陥って遂に昭和12年27巻４号を以って休刊してしまった。まことに残念である。

我々が地球といえば大低は上記の団誌すなわちChikyu, the Globe を指しているのであるが，同誌に先き立って博文館の地球２巻（明治45～大正２）があり，後に地球社の地球のあったことを私は国立国会図書館の和雑誌目録（昭和51年）で知った。

地球に次ぐ京大・理・地質学鉱物学教室編の地学 Science of the Earth には多数の貴重な研究報告が発表され，今日では入手し難い雑誌となっている。その講座のうちには多年の経験に基く加藤不二男の化石整形術，１～３と題する異色の解説もあった。同誌は出版困難な昭和24～26年間に１～４号を出して休刊した。その頃，日本地学教育研究会発行の地学すなわち Earth Science, 15～38号（昭和25～36）があり，39号から誌名を地学教育と改め，昭和37年に会名も日本地学教育学会と変えて今日に及んでいる（小林 1979)。その他に堀田松一等のお世話していた同好雑誌「地学」が1949年に神戸大学姫路分校地学教室内の兵庫地学会から出た。これも加えて昭和25年頃には姫路・京都・東京と３種の地学が同時に出ていたことになる。

それ以上に将来，引用文献として注意を要するのは北京で近年発刊された植物学雑誌（Zhiwuxue Zazhi）と動物学雑誌（Dongwuxue Zazhi）で，１巻１期が前者は1974・２，後者は1977・２であるから東京から出ている同名雑誌とは少くとも漢字では区別出来ない。(中原　1978)。

同名異誌

同名異誌といっても国内的なこともあれば国際的な事もある。また漢字名の場合もあれば横文字の場合もある註4）。中国の両地学雑誌や地質学社の地学雑誌の横文字訳名がどうであったかは不明であるが，地学会誌の欧文名を直接和訳すると日本地質学会報告となる。東京地学協会報告では第３巻１号から Journal of the Tokyo Geographical Society で，地学雑誌は９集103巻（明治30）では The Journal of Geography で Vol. XXIII, 1911にはその下に（Chigaku Zashi）が付記されている。その間の1902年にシカゴで，Journal of Geography が発刊された。

地質学雑誌第１号は明治26年10月15日に神田区裏神保町敬業社から発行されはじめは12冊毎に巻を改め第２巻から５巻50号までは The Geological Magazine と呼び，51号（Dec. 1897)に至って The Journal of the Geological Society of Tokyo (Hitherto published in the name of the Geological Magazine) と註を付して改名したのであった。まことに殊勝なことであった。何となれば英国の Geological Magazine は1874年に創刊していたのであった。

地学３種の意味

同名異誌といっても上記のように表面上の漢字名あるいは横文字名だけでなく，雑誌の内容や出版者を見るとそれに劣らぬ違いが見出される註5）。それは専ら地学の意味の迂路曲折によるのであって，望月勝海は名著日本地学史を地学の意味に起筆し，また「地学・地質学・地理学」で詳論し

た。私はここでこれを深く論じようとは思わないが，地学には3種の意味がある。狭義では地質学の代名詞，広義では人文地理まで含む地球の科学である。そしてその中間として今日の理科四本立の地学があり，その外延として天文まで広がっている。地質学社の地学雑誌は明らかに地質学の雑誌であり，地学会誌の地学もまた小藤文次郎らの主張から見て地質学ないし地球の科学で，雑誌の内容はむしろ前者である。中国でも清朝末や中華民国初頭の地学雑誌は同じ意味で命名されていたのではあるまいか。清の同治12年(1873)に華衡芳はライエルの Manual of Elementary Geology を翻訳して，「地学浅識」の題名を付した。明治12年にその日本版が出版された。

望月はゲオロギアをはじめて地質学と訳したのは箕作阮甫であったという。しかし土井によると阮甫の地質弁証（文久元年，1861）に先き立って，ペルリーの贈物中に清国で漢訳された地理全志を含みそのうちに既に地質論・地質志・地質略論等の章節があうり，安政6年（1859）に日本版が刊行され，維新までに広く読まれた由である。このように一方では地理全志中に地質のみなならず鉱物までも包含している。

杉田玄瑞は地学を地理の意に用いているが，杉田の地理正宗（嘉永3年，1851）より一世紀も前に，真壁用秀の地理細論集（宝暦9年，1759）が出ているので，杉田の地学は地理の junior synonym ということになる。それと同様に華衡芳の地学は箕作阮甫の地質ないしは地理全志の地質の同名異語となる訳で，そのの点から見ても狭義や広義の地学との抵触をさけて地学は地球の科学，今日の理科4本立てのうちの地学とするのが最も適当である。

草昧期の学会と会誌

土井正民（1977）は氏の19世紀の日本地学史の論文を明治11年（1878）の地質学社の結成とその翌年1月の地学雑誌の出版を以って結び，それが我が国における地質学関係学会とその専門雑誌の源泉であったことを明記している。同氏の添付する明治初期の地学関係学会及び雑誌類の変遷表や今井　功（1968）の日本地質学会史年表などから明らかなように，この前後が幕末に輸入され初めた西洋の近代科学に対して，日本がその発展のための体制を作った最も重要な過渡期であった。地学もまたその渦中にあったのである。

明治10年（1877）に東京大学が創立してそのうちに地質学採鉱学科が設けられ，法文理学部編集の学芸志林が発刊された。

同11年に博物友会と地質学社とが結成された。

同12年には東京大学粋行の理科学科と地質学社の地学雑誌が発行され，東京地学協会が創立しその年報第1年が出た。

明治11年5月生物・地質の学生によって開かれた博物友会は自然史諸学会の発芽であった註6)。同年10月には既に生物学会が開かれ，生物の会は次々と分化した。そして明治16年に地学会が出来，18年地学会雑誌甲部の発行を始め，22年同誌を地学雑誌と改名し，25年地学会と地学協会とが合体して，協会は地学雑誌の発行を継承した。また地学会の欧文名は The Geological Society of Japan であり，その会誌を Bulletin と呼んでいた。同誌は地学雑誌の前身で，4集までを出版し，地学雑誌5集からが協会の出版物となり，9集から The Journal of Geography と呼ばれるようになったのであるが，この間明治26年には東京地質学会が創立し，地質学雑誌が発刊された。

明治11年に博品館で第1回を開催した生物学会の方では15年に先づ東京植物学会が独立し，明治16年には生物学会を東京動物学会と変名し，その翌年人類学友の会が結成された。明治20年には植物学雑誌が，21年には動物学雑誌が発刊された。人類学友の会では19年の人類学会報（1～4号）に始まり，20年中に東京人類学会報と，次いで東京人類学雑誌と改称したが，巻・号数は継承し，明治44年26巻に達して翌年から人類学雑誌と呼ぶことになった註7)。

理科会粋，即ち Memoirs of the Science Department, Tokio Daigaku は日本の理学部紀要の先駆者で，その第1号として Edwards Sylvester MORSE の Shell Mounds of Omori が出ている。会粋には主に外人の先生方の研究成果が発表されていて，No. 4（1881）に David BRAUNS の Geology of the environs of Tokio,

pp. 1-82, pls. 1-8があり，異例として第4帙(1882)に巨智部忠承の概測常北地質編が発表されている。

学芸志林では第1巻第1冊がナウマン著和田維四郎訳の大島火山記1～40面（頁）に始まり，和田維四郎述の火山略説41～48面がこれに続いている。その後も同誌には地学的論説・記事が多数登載された。

明治12年1月には東京学士会院が発足し，同年紀事略と雑誌を発行した。後者は講演集で，前者は議事録で1～15号で終り，第2篇（巻）からはこれも前者中に包含された。この雑誌は明治34年第23編第3号を以って廃刊されたのである。その後帝国学士院紀事 Proceedings of the Imperial Academy が明治45年3月に発刊され，戦中戦後の混乱期も中絶せず，昭和23年から日本学士院紀事と改題して今日に及んでいて，そのうちには地学論文も多数登載された。

我が国の学術雑誌の発刊は明六雑誌を嚆矢とするといわれる。森有礼の発議で明治6年最初の学会として明六社が設立され，その機関誌として出来たのがこの雑誌であった。これは啓蒙時代の文化活動の尖兵ともいわれているが，惜しい哉明治7年に発刊し，8年43号を以って廃刊，また明六社も解散した。その他に文部省雑誌，民間雑誌(明治7年創刊)，洋々社誌（明8～16年）などがあった由であるが，これらのうちに地学的な記事が含まれていたか否か不明である。

東洋出版の欧文雑誌と日本の地学記事

学芸志林よりも古く横浜で出版されていた下記の2欧文誌がある。

1. Transactions of Asiatic Society of Japan. Yokohama (1872-)
2. Mittheilungen deutschen Gesellschaft für Natur-und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama (1873)

その中に E. M. SATOW, A. von KNOBLOTH, COCHIUS, and RITTER (1873), J. C. HEPBURN (1874), E. KNIPPING (1874-), R. W. ATKINSON (1877), W. S. CHAPLIN, J. HATTORI (1878), E. NAUMANN(1879-), L. DODERLEIN, O. SCHÜTT (1880) その他の地学的論文，記事が多数発表された。この外に Japan Gazette (1874-) があり，J. MILNE (1879) の地震の記事が載っている。

日本地学欧文文献集（明治45/大正元年まで）は今後補遺の必要もあろうが，この文献集からも判るように，上記の両誌以前の欧文論文は殆んど全部が欧米で出版した刊行物に発表されたのであった。しかし中国では既に1858年に上海から Journal of (North) China Branch, Royal Asiatic Society が発行されていた。この雑誌は1巻のタイトルだけが Journal of the Shanghai Literally and Scientific Society となっているのであるが，本誌中には Ch. F. A. COURTNEY (1860), A. S. BICKMORE (1869) らが日本の気象・気温・地形などに触れているにすぎない。

東洋地学史上の転機

最近私は東洋流の化石知見と西洋の古生物学との接点を新化石種の学名に求めて，日本ではそれが *Fusulina japonica* GÜMBEL, 1874 であり，中国での接点は1846年まで遡ることを確かめた。この度は日中の地学関係雑誌同名異誌に興味を引かれて調べているうちに雑誌の出版の母体である学会のことにも触れねばならなくなった。その結果我が国では地質学社の地学雑誌(1879-)が発端であるのに，中国では清朝末の地学雑誌(1910-)が最も古く，民国元年発刊の地学雑誌がこれに次ぐことが判った。日本では上記の地学雑誌1～16号(明治12年1月～13年4月）の廃刊後には地学会誌(1885-)を前身とする地学会の地学雑誌(1889-)が後に東京地学協会から刊行され，日本地学界で最長寿の学会誌として存続しているのである。東京地質学会の創立は遙か後の明治26年5月で，同年10月に地質学雑誌を発刊した。

我が国の地質調査所の創立は明治15年であったが，明治11年にはその前身ともいうべき地質課が内務省地理局内に設けられた。

地学会の母体となったのは明治11年に結成された博物友会であったが，日本の動・植・人類などの諸学会もこの会から分かれて明治15～21年間に

夫々が学会誌を創刊して，博物友会は解消した。この会の出来る前年に東大が創立し，同年学芸志林が，そして12年に理科会粋が発刊された。後者は最初の大学紀要であり，前者は地学記事に富んだ最古の邦文学術雑誌ではあるまいか，それに先き立って英文誌と独文誌が横浜から出版され，専ら欧米人が寄稿していた。

中華民国では南京民国政府が農商部地質調査局を設立したのは民国5年（1916）であったが，民国元年に南京臨時政府が実業部内の工商部に地質科を置いていた。1922年には中国地質学会が，そして1928年には中央研究院地質研究所，すなわち National Research Institute of Geology, Academia Sinica が何れも南京に出来た。

既述の如く欧文誌が上海で発刊され始めたのは遙かに古く1858年である。石燕に対して DE KONINCK が2新種 *Spirifer cheehiel* と *Terebratula yuennamensis* を命名したのは1846年で，日本の鎖国を解除した安政元年（1854）の直前である。これを通覧すれば極東では前世紀の中頃が一大転機であったが，日本での1862年に最初の外国人技術者として W. P. BLAKE と R. PUMPELLY が，そして維新（1868）後にライマンその他が来日し，明治10年の東大創立以来画期的発展があった。中国では古くから欧米との交流があり，前世紀半ばには既に上海から英文誌が出ていた。そして1912年の中華民国の成立を転換期として目ざましい進歩があった。これは将に明治大正の過渡期で，この年に東北帝国大学地質学科が設立され，大型の東北大学理科報告が創刊された。因みにハノイの仏印地質調査所から同大の Mémoir の出たのも同年であった。

世界地学史中の日本地学史

永年日本地学史を研鑽してきた後閑文之助はその歿前に明治維新前の地学史を取まとめその大半を当てて近世に於ける本草学の発展，弄石派・名物学・物産学等の分派について述べ，また西洋地学の輸入についても説いている。鎖国時代においても E. KÄMPFER（元禄3～4年，1690～91），C. P. THUMBERG（安永4年，1775），P. F. von SIEBOLD（文政6～12年，1823～1829），その他の来日に伴い，西洋科学が日本へ輸入され，また国土の紹介のみならず日本の資料の研究もなされたのであるが，M. C. PERRY が嘉永6年（1853）に来航し，その翌年日本は開国して東西文物交流の転機をなし，更に明治維新（1868），以来飛躍的な学術発展をした。特に19世紀の日本地学史については土井正民（1977）の研究報告に詳記されている。近世地学史については後閑，土井らの著作に譲る。

幸い明治前日本地学文献集が昨秋に主に後閑文之助・今井功両委員の労作の結果，本誌出版されたので，ここでは712～1866年間の地学文献の数を時代別の付表に示しておく。上代・中世を通じて鎖国前には平均約22～23年間に1文献の割合で著作されていた。その後の半世紀余は1年と4半期に1文献となり，元禄の頃からは半年に1文献から1年に5文献近くまで増加した。先づ鎖国前後に，次いで元禄の頃に著作数に転機があり，元禄以来急増の一途をたどっていた。そして明治維新（1854）を迎えたのであった。

最後に本稿の問題を世界地学史のうちで考え合せるために，日本の鎖国中の西洋地学界の歩みについて2，3摘記しておく。

そもそも地質学という言葉は日本の鎖国（寛永16年，1639）後間のない頃に初めて出現したのである。J. A. DE LUC の Geology（1778, WOODWARD, 1911, p. 19）よりも百年以上前に既に M. P. ESCHOLT が Geologia Norvegica, 1657 を著していた（HOLTEDAHL 1960）オスロ南西の Kongsberg ではサクセンの Bergakademie に数年先立って1757年に鉱山学校が設立された。

1765年に創立した Sächsische Bergakademie Freiberg i. Sachsen では A. G. WERNER（1749～1817）が教鞭をとり，1780年から Geognosie と呼んで岩石・地層の学問を講義し始めた（ZITTEL, 1901, p. 56）。それ以来1830年までは地質学史上の英雄時代といわれるように，ウェルナーの高弟である Leopold von BUCH や Alexander von HUMBOLDT, 英国の James HUTTON, William SMITH らによって斯学が長足の進歩をなし．奥陶系を除く今日の地質系統が前世紀中頃までに樹立した。1830～33年には

西暦	年数	本数	年/本	本/年
712—(上代)—1200	489	22	22.45	
1201—(中世)—1637(鎖国)	439	19	23.15	
1646—1700 (元禄) (近世)	61	47	1.3	0.74
1701—1750	50	94	0.5	1.88
1751—1800	50	136	0.37	2.72
1801—1853	53	187	0.28	3.55
1854(開国) —1866	13	62	0.21	4.77

明治前日本地学文献集(712—1866)から見た地学文献数

Charles LYELL の地質学の原理が出版された。

Royal Society of London は1622年に，Academie de Science は1666年に設立した。Geological Society of London は a little talking geological club として1807年に結成され，1826から Proceedings を，1845から Quarterly Journal を発行した。1830年には Société géologique de France が，そして1848年には Deutsche Geologische Gesellschaft が出来た，日本の開国は欧洲で地質学の基本体系がほぼ出来てきた時期であったのである。

むすび

4種の地学雑誌，3種の地球と地学，2種の化石など地学関係雑誌には同名異誌が意外に多い。異名同誌もまた少なくない。同名略語は出来るだけ，プライオリティーを尊重してこれを避けるのが徳義である。地学とはそれ程抱擁性の広い学問の名前ではあるが，今日では理科四本立ての地学の意に使用するするのが最も妥当と思われる。それに反して日本では最古の地質学雑誌は地学雑誌であった。我が協会の地学雑誌は東洋に現存する地学関係雑誌中最長寿の雑誌であって，その内容の多様性から見て広義の地学の雑誌の代表者である。夫々の雑誌にはその由来がある。協会の地学雑誌の由来を要約すると下記の如くである。その内容から見るとかつての地球が姉妹誌であり，地球にも優れた特色があった。美点は地学雑誌に大いに取り入れねばなるまい。

地学雑誌の由来

明12 (1879)

東京地学協会創立，同協会報告発刊

(地質学社設立，地学雑誌発行)

明16 (1883)

博物友会分化解消，地学会結成

明18 (1885)

地学会誌甲部 Bulletin of the Geological Society of Japan の発刊

明22 (1889)

地学会誌を地学雑誌と改名

明25 (1892)

地学会と地学協会の合体；地学クラブ結成

明26 (1893)

地学雑誌は5集から協会で発行

(東京地質学会創立，地質学雑誌発行註8))

明30 (1897)

東京地学協会報告は第18年第4号を以って廃刊；地学雑誌第9集から Journal of Geography なる欧訳誌名を附記

3世紀半ほど前に日本が鎖国した直後に北欧で地質学と冠する書物が出版された。そして18世紀中頃にはまずオスロ近くで，それに続いてサクセンに鉱山学校が出来，やがて地質学史上の英雄時代と呼ばれるように，水成論者と火成論者が論争に花を咲かせた。そして19世紀の初めにはロンドン地質学会が誕生した。

東洋流の博物学は鎖国中にも日本独特の発展をして根幹となる本草学から物産・名物・相山・弄石などの諸分派を生じ，西洋の自然史学や地理の新知識は長崎を通じて僅かながら流入した。

前世紀半には上海から王室アジア学会中国支部誌が発刊された。その頃に日本は開国し洋学熱が燃え上り，維新直後に学術雑誌が横浜・東京から

出版された。地学中ではその発端は明治12年発刊の地質学社の地学雑誌であった。

終りに本稿の執筆に際しては東京教育大の橋本亘名誉教授・東大人類学教室の埴原和郎教授・国立国会図書館参考書誌部の夏見守雄主査・東京地学協会の有田忠雄博士・東大理学部事務局の久我正弘事務官らの助力・助言を得た。また古い文献を必要とするこの作業中東大地質学教室の前川深雪・谷　ゆき両図書掛に少なからず手数を煩したことを記して，これらの諸氏に謝意を表する。

註 1) 地学会と地学協会の合併については横山又次郎の地学雑誌の今昔，地学会の地学雑誌の東京地学協会への転籍については小藤文次郎の地学雑誌の由来，両会合同後に地学会を社交団体に改めた地学倶楽部の成立については鈴木　敏の東京地学協会と地学倶楽部，何れも地学雑誌第42年第500号（昭和5年）中の3篇がその間の経緯を伝えている。

註 2) 章鴻釗 CHANG, H. T.

光緒3年（1877）浙江省湖州帰安県荻岡村に生る。日本へ留学して京都の第三高等学校を経て，明治41年東京大学理学部地質学科に入学し44年に卒業した。同期生に後年三高教授となった江原真伍がいた。地質学教室に在学中に章は進級論文としては群馬県下仁田の地質を，卒業論文としては浙江省杭州府附近の地質を研究した。

章は東大地質学科の最初の外国人学生で，中期生の頃から祖国の地質学の教育や調査研究の振興に尽力した先覚者であって，中華民国の成立するや民国元年（1912），いち早く南京臨時政府実業部商工部地質科長となる。翌年地質調査所と改称し，丁文江・翁文灝・李四光らが所長を受け継いだ。民国11年には中国地質学会が創立され，初代の会長に選ばれた。副会長は翁文灝・李四光，編輯長は丁文江であった。発会式の会長演説は中国研究地質学之歴史（リストの3）であった。その後の経歴は私には不明であるが，書家としても著名であった。論文としては下記のものがある。

1. Geological research of the geological institute: Nat. Geol. Surv. China. 1961. WONG, W. H. と共著.
2. Jades as found in Liu-li-chang, Peking: Science, vol. 6, no. 8, 859-867 (Chinese.) 1921.
3. On the history of the geological science in China: Bull. Geol. Soc. China, vol. 1, no. 1, Chinese 27-31, English by P. L. YUAN, 4-7, 1922.
4. Jade, its historical value to Chinese people and its nomenclature: Bull. Geol. Soc. China. vol. 1, 40-43, 1922.
5. The Geological Survey of China: Science (N. Y.), vol. 56, no. 1444, 233-7.
6. The beginning of the using of zinc in China: Bull. Geol. Soc. China, vol. 2, nos. 1-2, 17-28; Science, (Sci. Soc. China), vol. 8, no. 3, (Chinese) 1923.
7. Earliest mining and use of zinc: Pan. Amer. Geologist, vol. 42, 53-62, 1924.
8. The origin of Hsi-Hu or the Western Lake of Hangchow: Bull. Geol. Soc. China, vol.3, no. 1, pp. 21-29 (in Chinese) Also in Science, (Science Soc. of China); vol. 9, no. 6, 619-625, 1924.
9. Metals and stones as treated in LAUFER's "Sino-Iranica" translated with commentaries: Memoir Geol. Surv. of China, ser. B, no. 3, 120, Chinese, 3, Eng: June, 1925.
10. New research on the beginning of using zinc in China: Bull. Geol. Soc. China, vol. 4, nos. 1-2, 125-132; also Science, (Sci. Soc. China), no. 9, 16-27, (Chinese). 1925.
11. Geological contemporaneity as viewed from the theory of relativity: Ibid., vol. 5, no. 1, 37-45, figs. 3, March, 1926.
12. On the question of the existence of elephants and rhinoceros in N. China in historical times: Ibid., vol. 5, no. 2, 99-105, March, 1926.
13. Lapidarium Sinicum; a study of minerals, rocks and fossils as shown in Chinese literature, 2nd edition: Memoir of Geol. Survey of China, ser. B, no. 2, Chinese 432, pls. 20, Dec., 1927.
14. 読白鳥庫吉博士「大秦之木難珠与印度之如意珠」一文弁答学芸雑誌十三巻三号，頁 105-116, (389-400)，上海，1934.
15. 読鐲綸氏寿山石譜書評，同前，十三巻六号，頁105-108，(811-814)，上海，1934.

16. On the Distribution of Thermal Springs of China. *Jour. Geogr. Soc. China*, ii. no. 3, pp. 1-10, (in Chinese), p. 3, (English summary.) 1 fig. 1935.
17. 中国地質学発展小史(1940)：専著一冊，149頁，商務印書館出版.
18. 卓　煒等と共著：中国温泉輯要，1942，前礦政司四科編稿.
19. 太平洋区域之地殻運動与其特殊構造之成因解，地質論評，12巻1-2合期，頁3-28，1947.
20. 従原子能推尋地史晩期地理地質同時変遷之源，同上，12巻1-2合期，頁29-48，1947.
21. 就所謂僕旦運動及対此批評重加一省，同上，12巻5期，頁469-484，1947.
22. 因悼念南延宗君想起湘桂間之鈾砿，同上，16巻2期，頁13-15，1951.
23. 造山運動於地史上象征同時之規范並施於対比之効率，同上，16巻2期，頁19-28，1951.
24. 古砿録，遺著一冊，459頁，図25幅，地質出版社，1954.

このリストは下記の3目録に基いているので1937-40間が空白になっている。

1. 中国北京研究院，楊遵儀，1935，中国地質文献目録，241頁.
2. 中国中央研究院評議員会，計栄森，1936，中国科学著作目録，第5編，地質学，55頁.
3. 中華人民共和国地質部全国地質図書館編輯，趙志新・王之耀，1958，中国地質文献目録，1940-1955，第一輯，国内及日本書刊部全，543頁.

氏の論文には中国地学史に関係するものが多い。古典に精通し，その著作中石雅(第13論文)は殊に有名である。上記の引用文は17の邦訳による。24は遺著とあるから1951-54の間に歿せられたものと思う。

註 3) 地球学団と雑誌地球の優れた業蹟に対しては故中村新太郎先生の御尽力と御熱意のあった事は忘れ難い。その一二として近畿地方や平壌炭田など氏の講座の研究成果を同誌を通じて公表されたことが挙げられる。それのみでなく地球学団第1回研究発表会で祥原系を発表された（地球6巻460頁，1926）。それが朝鮮半島の重要な層序単位，今日の Sangweon Group である。その後立岩　巌(1931)の成川地方の図幅調査で祥原系が取入れられ，後に松下　進の黄海道の同系層序区分によってその実態がいやが上にも鮮明された。戦後の地質図では祥原系は朝鮮系から区別して塗色されているが，それに先き立って中村は1930年既に北鮮に於ける同系の平壌・徳川・高原等の平安・朝鮮両系をめぐる広大な分布を1 :3,700,000の朝鮮地方地質図に明示している。

平壌炭田地方の複雑な地質構造は寺洞衝上の論文（1918）を発端とする中村のライフワークで，氏はその運腎を期してその全貌を総括発表しようとしていたのであるが，没後に松下　進・小島信夫・池辺展生等によって取りまとめられ，Studies on the Geologic Structure of the Phyeongyang Coal Field, Korea, 1957として出版された。その冠頭に氏の肖像があり，本著は師弟相伝の傑作である。

中村の近畿地方中の地質構造論を始め，池辺展生らの新世界の研究や講座関係の諸論文は雑誌地球に数多くのっているが，それらは松下　進の日本地方地質誌近畿地方中の重要な文献として収録され松下は本書を恩師の霊にささげている。

なお中村新太郎（明治14～昭和16年，1881～1941）の伝記としては松下　進の中村新太郎君，日本地質学会史，76～77頁に概要が漏れなく取纏められている。別所文吉(1970)，中村新太郎先生小伝金沢大，教育学部地質彙報，3号，230～393，458～484頁には逸話を混えて詳しく記述されている。地球学団に就いては槇山次郎の日本地質学会史，135頁参照。

註 4) ソ連の ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ の英語版は Paleontologicheskii Zhurnal と題していて，アメリカの Journal of Paleontology と全く混同の恐れはないが，両者共これを漢字に訳すると古生物学雑誌で区別がなくなる。

註 5) 異名同誌

同名異誌のほかにも，会名や誌名が改められた場合でも，巻数は続いている，あるいは巻号数は変っても明らかに親子の関係にあるような様々の異名同誌がある。地学関係でその最も顕著な例は昭和7年に日本砿物趣味の会から発刊した一連の会誌である。これをその総目録から要約すると次の如くである。

1.	我等の砿物	1～10巻	1932～41
2.	地殻の科学	1～ 4巻	1941～44
3.	研究報告	1～ 2巻1号	1944～45
4.	鉱物と地質	1～ 4巻	1946～51
5.	趣味の地学	5巻	1951～52
6.	地学研究	6巻-	1952-

そして4～5までの三種の通巻が本年31巻に達している。それに1～3までの16巻があり，番外

として中小学生向きの地学の友1巻，1949～50がある。総計48巻が49年間に出版されたのであって，その間に1973年には会名も日本地学研究会となった。

註 6) 日本学術会議編 (1966) 全国学協会総覧，昭和41年版にはその理学部門中に創立の古い学協会として下記の7者が挙っている。

日本化学会	1878
日本動物学会	1878
東京地学協会	1879
日本植物学会	1882
日本気象学会	1882
日本人類学会	1884
日本地質学会	1893

なおこの他に世界最初の地震学会であった The Seismological Society of Japan (1880～1892) が永続しなかったのはまことに遺憾である。その後地震学会，The Seismological Society of Japan は1929に創立している。上記の他に1885年創立の日本鉱業会のあることを附記しておく。

註 7) 全国学協会総覧 (1966) 中に地球科学天文学関係として挙っている学会で1900から終戦 (1945) までに創立したものを年次順に見ると日本天文学会(1908)，海洋気象学会 (1921)，日本地理学会 (1925)，地震学会(1929)，日本岩石砿物鉱床学会 (1929)，日本陸水学会 (1931)，日本火山学会 (1932)，日本極地研究会 (1933)，日本古生物学会 (1935)，日本雪氷学会 (1939)，日本海洋学会 (1941) の11が数えられる。日本砿物趣味の会は，7番目の日本火山学会と同年であったが，約半世紀に亘って間断なく刊行を続けて来た益富寿之助氏を始めとする努力が如何に尊いものであったかが計り知られる。それと同時に雑誌名が1944～46 の間に頻繁に変っている事が当時の刊行の苦労の程を物語っている。

註 8) 地質学雑誌と日本地質学会の来歴　地質学雑誌は東京地質学会の創立した明治26年に創刊し，第2巻から The Geological Magazine の欧訳誌名を附し，明治30年12月発行の51号から The Journal of the Geological Society of Tokyo と訳名を改称し，昭和9年(1934) 会名を日本地質学会と改め，これに準じて42巻 (1935) から Journal of the Geological So-ci-e-ty of Japan と称することになった。

追 記 1

地學雜誌

中華民國廿一年第二期

本雜誌第二十年第二期

中國地學會出版

本稿を擱筆しようと思っていた矢先きに橋本　亘教授から，中国地学会出版地学雑誌があると言うことで見せて貰った。中華民国21年第2期，本雑誌第20の年第2期とある。その裏表紙を見ると The Geographical Journal, No. 1, June, 1932 (Vol. XIX, No. 168), The Chinese Geographical Society, T'uan Ch'eng, Pei Hai Park, Peking China 発行となっている。

そのうちには(1) 四川旅行記，(2) 辺疆史，(3) ジャバの農業，(4) 中国の地形，(5) 中国古代文化と地理的背景，(6) アジヤの地体構造と地勢，(7) 山地経済，(8) 中国トルキスタンの地下宝庫，(9) 中国地方誌文献目録，(10) 山西地理の10篇を収録し，1は翁文灝が執筆しているが地質の記事ではない。地質学的なものは6のみで，英文誌名の通り地理学雑誌であるが，Vol. 19, 第20年と言う発行年次からみて民国初年頃発刊されたもので民国元年に章鴻釗が所論を載せた地学雑誌と同一の雑誌であるや否やは不明である。

追 記 2

著名な地学雑誌の歴史として Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. にまつわる会誌の沿革について創立150年 (1807～1957) の E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart から次の記事を摘記する。同誌は1807年1月に Carl Caesar LEONHARD が Taschenbuch für die gesammte Minerlogie の標題で出版したのに始まる。その第1巻には既に採色地質図があり，2巻にはゲーテが投稿している。1811年には最初の総目録 (Repertorium) が編纂され，今や5巻に達している。1819年には Mineralogisches Taschenbuch なる副誌名が附された。その後1925年までの誌名は次の如くである。

1825～29　Zeitschrift für Mineralogie, Taschenbuch

1830～32　Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde

1833～62　Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde

1863～80　Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie
1881～25　Jahrgänge と Beilagebände の2本立となり，前者は原著論文と抄録，後者は長篇論文からなっている。
1900～24　Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie を追加して3本立となり，この第三者は短篇原著と短報を収録した。

1925以降は Krystallographie-Mineralogie-Petrographie と Geologie-Paläontologie に2分して前者を A，後者をBの Abteilung と呼んだ。そして両者それぞれが3本立であった。詳言すれば，

1925～42　各 Abt. が Neues Jahrbuch の Referate と Beilagebände とそして Zentralblatt の3本立
1943～49　Zentralblatt と Neues Jahrbuch の Abhandlugnen と Monatshefte とからなる
1950以降は Abteilung ではなく，Zentralblatte と Neues Jahrbuch の Abhandlungen と Monatshefte とは単に für Mineralogie 或いは für Geologie und Paläontologie と呼ばれることになった。

この150年間中で1830には H. G. BRONN が編輯に加わり，1833からは E. SCHWEIZERBART が出版者となった。その後の編輯者としては
E. W. BENECKE, C. KLEIN, H. ROSENBUSCH, W. DAMES, Th. LIEBISCH,
E. KOKEN, R. BRAUNS, A. BERGEAT, E. HENNING, J. F. POMPECKJ, E. KAYSER,
F. BROILI, H. SCHNEIDERHÖHN, H.HIMMEL, H. O'DANIEL, K. H. SCHEUMANN,
Fr. LOTZE, O. H. SCHNDEWOLF, M. SCHWARZBACH などドイツの斯学を代表する顕著な学者が担当して来た。

総目録は1930～35年のものは1000頁，1936～40年のものは約1500頁に及んでいる。しかし第2次世界大戦のため諸誌の出版は著しい苦難に陥った。しかし出版社は政府の援助に与えられ，万難を排して逐次刊行に努力し，1948年から徐ろに常態に復した。

Neus Jahrbuch 一世紀半の歩みを通覧するとこのドイツ地質学界を代表するこの雑誌は，ポケット型鉱物定期刊行物として1807年に創刊された。1830年には鉱物学・地球学 (Geognosie)，地質学・化石学の年報と改名された。その後も誌名は度々変化した。1881年には2本立，次いで3本立に発展した。

一世紀後には結晶岩鉱部門と地質古生物部の2部門となったが，それぞれは3本立となっていた。かくして四半世紀を経た1950年，科学分化の趨勢に即応して，岩鉱と地質古生物の独立した姉妹雑誌となったが，それぞれが同じく3本立で刊行された。そして Zeitschrift には次の2部が分別された。

Zeitschrift für Mineralogie
　Teil Ⅰ：Krystallographie, Mineralogie
　Teil Ⅱ：Gesteinskunde, techn. Mineralogie, Geochemie, Lagerstättenkunde
Zeitschrift für Geologie und Paläontologie
　Teil Ⅰ：Allgem. u. angewandte Geologie, eischl. Lagerstättengeologie, Regionale Geologie
　Teil Ⅱ：Historische Geologie, Paläontologie

複雑多岐に分化したノイエスヤールブーフとは対称的に同じくドイツの代表的な雑誌 Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft は1849年に第1巻を出版してから連綿として続き昨年 131 巻に達している。英国の Q. J. Geol. Soc. London は 1845に発刊以来 1970年に126巻となり，その翌年から季刊を隔月出版と変更したので Quarterly を削除した。更に古く1818年に創刊した American Journal of Science は50巻毎に series を改めていたが，ser. 5 (1921-) は36巻(1938) までとし，翌年から ser. とすることをやめた。

追 記 3

今回は雑誌について述べてきたのであるが，著者の同名異人の顕著な実例として日本の貝類も取扱っている George Brettingham SOWERBY がある。襲名による初代・二代・三代の G. B. SOWERBY は 1820～1919年間に Annals and Magagine of Natural History, Journal of Linnean Society of London, Proceedings oi Zoological Society, などに57編の論文を発表している。この3者の生存期間と Linnean Society of London の特別会員となった年月日，研究活動期間および父子孫の間で jun の記してある場合を組合せると G. B. S. のⅠ，Ⅱ，Ⅲの著作が或程度判明出来ると云うことである。松隈明彦(1980)，三人の George Brettingham SOWERBY，九州の貝 第14号，15～17頁。

参考文献

ZITTEL, K. A. von (1901) : translated by M. A. OGILVIE-GORDON, *History of Geology and Palaeontology*. London.

WOODWARD, H. B. (1911) : *History of Geology*. London.

章 鴻釗(1918) : 石雅, 地質專報, 2.

——(1943, 前田隆良・能谷嘉之共訳), 支那地質学発展史, 支那文化双書, 人文閣.

中村新太郎(1918) : 寺洞衝上, 地質学雑誌, 35.

——(1930) : 朝鮮の自然地理—特殊地形, 日本地理大系, 朝鮮篇, 262-275頁および朝鮮地方地質図.

東京地学協会(1930) : 創立50年, 地学雑誌500号記念, 地学雑誌, 42年500号.

——(1954) : 創立75周年, 特別記念号, 地学雑誌, 63年693号.

——(1969) : 東京地学協会90年史, 地学雑誌, 78, 3.

立岩 巌(1931) : 朝鮮地質図, 12輯, 東倉・殷山・別倉里・成川図幅.

後閑文之助(1937) : 近世に於ける西洋鉱物学地質学の日本に及ぼした影響, 其の1, 天文より寛政まで, 東京科学博物館研究報告, 1, 53-104.

——(1968) : 江戸時代の鉱業と地質, 鉱業と地質, 第7章, 181-203頁.

——(1979) : 日本の古代より近世に至る地質学と関連学の発達史, 地学雑誌, 88, 2

谷津直秀(1938) : 東京帝国大学理学部動物学教室の歴史, I-III, 科学, 8, 340-346, 435-438.

小倉 謙(1940) : 東京帝国大学理学部植物学教室の沿革, 附, 理学部附属, 植物園の沿革, 342, 東大・理・植物学教室発行.

松下 進(1943) : 黄海道中部に於ける祥原系の層序と構造, 京都大学理学部地質学教室報告, 2.

——(1952, 1971) : 日本地方地質誌, 近畿地方, 初版及び改訂版, 朝倉書店.

望月勝海(1946) : 地学・地質学・地理学, 目黒書店.

——(1949) : 日本地学史, 平凡社全書.

日本地質学会(1953) : 日本地質学会史, 日本地質学会60周年記念号.

HOLTEDHAL, O. (1960) : Geology of Norway. *Norges Geologiske Undersökelse*, Nr. 208.

小林貞一(1960) : 「化石」, 発刊の辞, 化石1号.

——(1979) : 地学教育刷新の五年史, (1-3). 地学教育, 32, 4-6.

——(1980) : *Fusulina japonica* GÜMBEL, 1874 と日本及び近隣の古生物学的研究の黎明, 地学雑誌, 89, 2.

今井 功(1968) : 日本地質学会史年表, 日本の地質学—現状と将来への展望, 日本地質学会.

——・片田正人(1978) : 地球科学の歩み, 共立出版.

国立国会図書館(1976) : 国立国会図書館和雑誌目録, 昭和50年現在.

土井正民(1977) : わが国の19世紀における近代地学思想の伝播とその萠芽, 広島大学地学研究報告, 21.

中原ますゑ(1978) : 中国の科学技術雑誌(2), 科学技術文献サービス, 49.

日本地学史資料調査委員会(1978) : 日本地学欧文文献集(明治45年/大正元年まで), 地学雑誌, 87, 5.

——(1979) : 明治前日本地学文献集, 地学雑誌, 88, 5.

日本学士院(1980) : 日本学士院小史.

(1980年8月15日受理)

書評と紹介

木村敏雄：日本列島——その形成に至るまで——〔II・上，下〕 古今書院（1980）

ここにとりあげた上・下2巻は，同名の既刊書〔I〕を受けるものであり，頁のうちかたや章建ても連続している。上巻には，

V　ジュラ紀後半から白亜紀にかけての日本

VI　造山運動と地質構造

下巻には，

VII　日本の地体構造と地質構造（先第三紀）

VIII　日本列島区の先第三紀造山運動

が収められている。

I巻と同様に，各章の内容はひじょうに豊富で，とりわけジュラ系～白亜系に関する部分の記述は，著者が最も長い時間をかけて調査研究を重ねてきただけに，大へん具体的であり，ところによっては旧来の説に対する紹介・批判と同時に詳細にまで立入り，地方地質誌としても役立つ貴重なデータを，惜し気もなく投入している。とはいえ，すべての地区において均等に事情が明らかとなっているわけではないから，今後の問題点が随所に指摘されており，それらは後に続く者にとって有益なヒントとなろう。

このような列島発達史の記述は，実地踏査——それも見学程度ではない本格的調査——を自ら行った者にして初めて可能なことであることはいうまでもない。したがって，同時に，実際にそのフィールドにタッチしたことのある者にとっては，文章表現以上に刺激・啓発されるところが多いものと思われる。

もちろん，全篇がこのようなディスクリプティブな解説を目的にして構成されているのではない。それらは説として成立するに至る過程であり，空理でない立論への一前提である。したがって，例えばI巻の第VI章やII巻の第VIII章のように，一転して説明的論説的手法の部へと展開する。そこでは，いわゆる造山運動にまつわるほとんどあらゆる要素についての洗い直しが行われている。著者の一つの主張として，従来の諸説ないしは記述そのものさえもが，しばしば用語・術語の正当な理解なしに行われていることに問題があり，当然それらの解釈に厳密性を欠いている，とする点がある。したがって，本書には，あいまいな定義のままの用い方や，人それぞれに異ったイメージを持てるような不備な専門語の氾濫が，いかに研究進展にとって阻害となっているかの指摘・警告が多い。

といっても，著者が用語を厳密にすることにより，自身が形式主義的な説明でわり切ってしまおうとするのではない。第VI章でとりあげている傾斜不整合と褶曲運動との関係のように，それどころか，従来の固定された形式主義的理解が，形態的傾斜不整合即造山運動の顕われ，といった重大な誤診を招く危険性をもたらすものとして，用語上よりも地質現象やそのプロセスの正しい理解が先行すべきことを強調している。

下巻第VII章ではさらに進めて，例えば黒瀬川帯の形成メカニズムに関連する旧来の諸説を批判的に解説しながら自らの考えを明らかにし，西日本の帯状構造形成について詳しい吟味を行っている。また，北上地方や中央構造線，領家帯等についても同様のアプローチが展開される。

第VIII章に入ると，もう一段大きな立場からみた地帯構造論が展開される。日本列島の位置づけについては，歴史的にみるとプレートテクトニクス説の現われるはるか以前から，太平洋側のもぐり込み運動を示唆する現象の観測や論議がわが国の学者によってすでになされていた，といったいきさつなども折りこみながら，欧米の古い大地塊と直接関連する造山帯との差異をのべ，例えばサブダクションという考え方を一律に日本列島に適用することの困難性を指摘している。

地帯構造の認識がちがえば，変動についての評価も自ずと違ってくる。一例として“グリーンタフ”地域は褶曲帯であるが故に変動帯，北上山地は非褶曲地帯であるから変動帯でない，といった考え方も，変動の顕型の性質や位置をどう評価するかによっては，まったく別の考察も可能であるとしている。いずれにせよ，一つの構造帯の中の異った変動顕型の認識ということは，これまでの構造論ではあまり問題としてとり上げられなかった観点であり，今後，日本列島を代表とする複雑

体のもつヘテロジェネイティ解析に当たっての新しい視点を与えているものといえる。これは，同一形態は同一原因・過程の結果とみなしてしまう画一主義を批判する著者の立場からすれば，いわば当然の帰結である。

著者の批判はさらに続く。すなわち，第Ⅶ章に，「プレートテクトニクス説の過去の日本への誤ったあてはめ」という一項を置いている。ここでは，理念型の説明としてのプレートテクトニクス説を適用することにより，その地域の地質学的事実との矛盾が引き出されていることを，島弧—海溝間隙と変成帯同志の関係などの例をあげつつ論評している。

最近多くの話題をよんでいるオフィオライトやオリストストローム，アクリーション・プリズム，メランジェ等にも言及しているが，これらの場合でも，輸入知識の消化のしかたに対して厳しい警告を発し，ましてそれらを安易にプレートテクトニクス説と短絡することにはいましめの言葉を多く当てている。

第Ⅷ章の「日本中生代造山運動論」という項目以降が，この上・下2巻のハイライト部分とみてよく，日本列島の形成に関して著者が最も主張したいところであろうと思われる。その基本には，外国側からの安易な日本列島観を捨て，日本列島の特異性の認識あるいは着実な観察と適切な解釈といったものを涵養したうえで，自前の列島論を組みあげることが大切，とする姿勢がある。そしてさらにその前提となっているのは，すでに既刊第Ⅰ巻でも述べられてきた，日本の堆積岩体（変成相となった部分も含めて）が，全体としてうすいしわ型の変形様式ないしはそのバリエーションとしての薄切片集合体からなるという一連の構造解析結果，さらにそれらを構成する岩相のコノドント化石を中心とする時代論から，日本の中生界の広がりが著しく拡大されたといったようなことであるのはいうまでもない。

828頁以降には，日本列島の発達史上特筆すべき事項が番号を付して挙げてあり，42項のすべてについて解説あるいは問題提起がある。そしてそれに続き，造山運動に関する基本的な現象の認識について再び要約したうえで，最後に，日本の白亜紀までの造山系列の項を立て，一番良く判っている秋吉系列と佐川系列とを，著者自身の立場からまとめている。

この秋吉，佐川という名称については，多くの読者にとっては著名な小林貞一（1941）による秋吉，佐川造山輪廻とのダブルイメージを避けられないであろう。しかし，著者のとりあげ方をよく理解するならば，これは単なる補足拡張でないことは明らかである。地層や変動の時代論には，もちろんこの40年間の進歩があってまさに隔世の感が著しいが，例えばシュッペン構造の見方一つにしても，構造形態の認識には著者独自の立場が主張されている。したがって，造山運動系列のとらえ方はより広い幅をもつ結果となり，激動時階に主眼をおくよりも，地域的な差異やパルスの強弱パターンに重点をおきつつも全体を眺めている。これはとりわけ立場としても大きな展開であるといってよい。

この40年間に「佐川造山輪廻」批判も多く出ているが，本著にはそれを直接とり上げる形はどこにもない。しかし，そうした批判の多くが結局は激動時階の認識にかかわるものであっただけに，著者の立場はおのずとそれらをも逆批判するというロジック形式となっている。激動期にこだわらないという観点は，前出の不整合のとらえ方でもそうであるし，褶曲形式も部位（主として深度）の差による相違を重視することでもわかるように，より連続的というかより総合的な解釈や主張が基本となっていることを見逃してはならない。その意味でも，情報過剰になっている昨今の日本列島形成史にとって，本著は一つの大きなエポックをなすものであり，同時にケイオスの池に巨大な一石を投じたものであるとみてよい。なお，第Ⅲ章として，日本島弧の形成——新生代の日本——の近日中発刊が予定されているという。

Ⅰ～Ⅲ巻が揃った暁には，一人の著者による全地質時代にわたる日本列島形成論が，まとまった形として初めて完結することになり，すでにⅠ巻の書評（本誌87巻2号107～110頁）で指摘されているように，1日も早く英文化され，海外からの評価を受けられるようになることが切望される。

（浜田隆士）

協会記事

理事会（55年度第4回　昭和55年9月27日）

出席者：坪井会長，木内副会長，川上，坂倉，佐藤(久)，西川，山内各理事，矢沢監事

議　事：

1. 役員選挙の投票締切日を昭和56年3月31日，改選評議員の定数を15名と決定した。
2. 昭和55年10月25日，第2回評議員会を開催することとした。
3. 河野忠臣，糸魚川淳二両氏の入会申し込み，島　宏氏（55年8月11日死去）の退会申し込みを了承し，評議員会に提出することとした。
4. 国連大学との共同シンポジウムについては西川理事が中心となり，協会の事情が許す範囲で共催する方向で交渉を進めることとした。
5. 職員の給与について公務員の給与改定が行われた時は，それに準じて改定することとした。
6. 図書の寄贈先に都立大学及び東京大学教養学部を追加することとした。地図については協会に保存するもの以外は国会図書館が希望するものがあれば寄贈し，残りのものは処分することとした。

報　告：

1. 第24回国際地理学会議についてその経過が報告された。
2. 会員委員会より会員中住所不明，長期会費滞納者について報告があり，住所不明の会員は今回発行の会員名簿より削除することとした旨報告があった。

評議員会（55年度第2回　昭和55年10月25日）

出席者：坪井会長，小林貞一，三土知芳各名誉評議員，青柳信義，市川正己，川上喜代四，河野義礼，木内信蔵，岸本　実，坂倉勝彦，佐藤　久，佐藤光之助，諏訪　彰，中野猿人，西川　治，堀　福太郎，山内　肇各評議員委任状提出者　19名

議　事：

1. 次の会員の入退会を承認した。

入会：屋代好男，堀越増興，鵜飼光男，井上寛生，玉野俊郎，小島伸夫，高橋　彰，元木　靖，中野忠直，河野忠臣，糸魚川淳二，鬼塚　貞　以上12名

退会：飯塚　赳，伊藤　貞市，末野悌六　松下久道，波多江信広、近藤信興　島　宏　以上7名（死亡）

2. 第24回国際地理学会議の開催に当り，本協会が国際地理学連絡研究委員会現地討議及び地図展示を主催したこと，そのため2,100万円の特別会計を編成し，そのうち900万円を日本船舶振興会よりの補助金を当てた事を了承した。
3. 選挙候補者推薦委員会の委員を互選し，片山信夫，川上喜代四，木内信蔵，木村達明，坂倉勝彦，佐藤　茂，諏訪　彰，西川　治，平山　健，山内　肇の10名を選出した。

会館委員会（55年度第4回　昭和55年11月20日）

出席者：梅沢，片山，川上，坂倉，佐藤，式各委員

議　事：

1. 貸室利用状況について報告があった。
2. 会館特別会計の11月19日現在残高ならびに昭和55年度中間決算について報告があった。
3. 備品購入について検討された。

行事委員会（55年度第2回　昭和55年11月20日）

出席者：西川委員長，中村，浜田，歌田各委員　湊　秀雄，島崎吉彦，大矢雅彦，中野和敬，荒井良雄，佐藤哲夫

議　事：

1. 国連大学との共催シンポジウムのための準備懇談会として，実行委員会の組織について
2. 同シンポジウムの内容について
3. その他

地学雑誌第89巻総目次

論説・報告

短報・資料

書評と紹介

口　絵

Contents of Journal of Geograpy, Vol. 89, 1980

東京地学協会取扱い出版物

北海道金属・非金属鉱床総覧 I	610円
北海道金属・非金属鉱床総覧 II	590
北海道金属・非金属鉱床総覧 III	560
各〒	400 円
日本地質図索引図(I) 日本東部 (〒500)	3,160
日本地質図索引図(II) 日本西部 (〒500)	3,700
日本地質図索引図第3集(1970-1974)(〒1,000)	4,710
▲地質図目録図 1980年版	940円 〒200
海洋地質図目録図	750円 〒200

斉藤報恩会発行　　(正会員の割引無し)
増田孝一郎・野田浩司

日本の第三紀及第四紀軟体動物のチェックリスト (1950—1974)	定価 9,000円	〒 都内 710円 / 第一地帯 830 / 第二 〃 980 / 第三 〃 1,130

備考：ご注文品の代金(送料共)は前金でお願いします。
なお2部以上お買い上げの時は，全体としての送料になりますので，事前にご連絡頂くと，双方共に便宜です。
(正会員一割引)
送金先：下記の何れかにお願いします。
振替口座—東京—0-66278
第一勧業銀行麹町支店(普) 1404044
三菱銀行麹町支店(普) 4048103
銀行振込の場合には，銀行からはお名前と金額しか知らせてきませんので，事前に注文品と住所・氏名をお知らせ下さい(現金書留も可)。入金次第発送致します。

通産省工業技術院地質調査所
発行の地質図及び同説明書等
販売元 〒102 東京都千代田区二番町12の2
社団法人 東京地学協会
電話 東京(03) 261-0809又は262-1401

地学雑誌 第840号　昭和55年12月20日印刷　昭和55年12月25日発行
編集兼発行者　前島郁雄
発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102 電話東京(261)0809番 振替口座-東京-0-66278番
印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物

1/5万 地質図説明書付き（△印を除く）　（▲印新刊）

各 460円 〒 400円

上松　足尾　厚田　阿仁合　赤穂　秋葉山　岩内　飯田　今治西部　伊予三崎　岩館　宇部　宇部東部　襟裳岬　渡島小島　飫肥　大垣　大迫　大畑　近江長浜　大屋市場　鬼鹿　尾花沢　小浜　蟹田　海南　唐津　冠島　霧島山　串本　鞍岡

甲府　国分　昆布森　猿留　須坂　垂水　田沢湖　但馬竹田　丹後由良　妻籠　土淵　都農　津山東部　都井岬　当別　動木　苫前　富高　那智　男体山　沼田　鋸崎　羽幌　浜益　東茂住　燧岳　平戸　人首　船津　幌加内　本岐　幌泉

母衣月　三日市　三厩　門別　吉野山　呼子　留萌

各 600円 〒 400円

網走　荒島岳　伊万里　内の浦　渡島大島　鹿屋　上里　蠣ノ浦　加子母　金木　加治木　草津　小口瀬戸　佐用　志布志　周匝　男女群島　達布　田並　太良鉱山　近川

智頭　月形　徳舜瞥　仁位　根雨　羽島　初浦　肥前高島付野母崎　日向青島　肥前江ノ島　弘前　深浦　三島　三田井　焼石岳　涌谷　若柳

各 890円 〒 450円

△伊東　五所川原　△横田　脇野沢

850円 〒400円　山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

宿毛伊予鹿島　坂城

栗栖川　竹田　蓼科山　津島　藤沢　若桜

2,390円

〒 都内 600　第一地帯 700　第二 〃 850　第三 〃1,000

浜松

各 1,390円 〒 450円

磯浜　伊良部島　岩沼　稲取　魚津　渡島福島　川尻　金山　熊石　五城目　尻屋崎　修善寺　下田　竹貫　多良間島　鶴居　利尻島　富江　那珂湊　野尻　彦根東部

都城　御蔵島　三崎　屋久島西南部　八雲　陸奥川内　米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田　小諸　酒田　知内　大樹　館　多里　大正　津幡　飛驒古川　宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

浅舞　秋田　上石見　木古内　千歳　本荘　神門　八が岳　湯沢

2,790円

江住

各1組 600円 〒 400円

芦辺・勝本・郷ノ浦　大槌・霞露岳　大間・佐井　阿田和・新宮　伊予高山・八幡浜　掛塚・見付

1/20万 地質図　各 〒 300円

各440円

高知　野辺地　羽幌　松山　輪島　伊良湖岬

各 620円

網走　酒田　標津　苫小牧　深浦

宮津　稚内

各 870円

天塩　尻屋崎

各 1,140円

根室　鳥取　剣山　斜里　留萌

各 1,310円

宮古島　知床岬　釧路　豊橋　野母崎

1,630円

久遠

各 1,870円

旭川

2,350円

弘前および深浦

2,460円

札幌

1/7万5千 地質図 説明書付き

各 490円 〒 400円

鬼首　高松　徳島　勿来

1/50万 地質図

1,950円　福岡

1,960円　鹿児島

500円　八丈島　奄美大島

2,320円　釧路

以上〒 300円

地学雑誌 隔月発行，1カ年9,300円（送料を含む）。巻号によっては分売もいたします。

ISSN 0022-135X

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 1 (841), 1981

目　　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物

▲印新刊

各 〒450円

縮尺	名称	価格
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/200万	日本地質図(3枚1組)	1,560
1/200万	日本鉱床生成図(14)，鉱種・時代・成因等	720
1/200万	日本鉱床生成図(15-1)，花崗岩類中心	940
1/200万	絶対年代図(16-1)，花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)，変成岩	900
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/200万	日本鉱床分布図(17-2,3,4)，鉛・銅等	3,010
1/200万	日本鉱床分布図(17-5, 6)，金・銀・硫黄等	2,120
1/200万	日本の熱水変質分布図(19-1)	1,510
▲1/200万	日本地熱資源賦存地域分布図(20)	1,330
▲1/200万	日本温泉放熱量分布図(21)	1,310
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/50万	日本温泉分布図 ｝組の場合1,950円	1,280
	日本温泉鉱泉一覧	930
1/200万	日本活断層図	930
1/100万	日本地質図(4枚1組)	4,690 500
1/50万	地質構造図 秋田 (1)	890
1/50万	後期新生代地質構造図 東京 (2)	1,280
1/50万	第四紀地殻変動図 近畿 (3)	1,580
1/10万・1/5万	伊豆半島活断層図 (4)	1,390
1/20万	信越地域活構造図 (5)	1,560
1/10万	石狩沖積低地地質図	1,240
1/2万5千	佐世保北部地域地質図	850
1/2万5千	鬼首地質図	650
1/10万	東京湾とその周辺地域の地質図の説明書のみ	1,080

海洋地質図 各 〒450円

縮尺	番号	名称	価格
1/20万	(3)	相模灘及付近海底地質図（説明書付）	1,840
1/20万	(4)	相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/20万	(5)	紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/20万	(6)	紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(7)	琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(8)	西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/20万	(9)	八戸沖表層堆積図	2,350
1/20万	(10)	八戸沖海底地質図(説明書付)	1,970
1/100万	(11)	日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/20万	(12)	西津軽海盆表層堆積図	2,440
1/100万	▲(13)	日本海南部及び対馬海峡	2,430
1/100万	▲(14)	北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

名称	番号	地域	縮尺	価格
日本油田ガス田図	(I)	青山奥	1/5万	820
〃	(II)	楢 葉	1/1万5千	820
〃	(III)	横須賀	1/2万	820
〃	(VII)	魚 沼	1/5万(説明書付)	3,410 〒800
〃	(VIII)	本 宿	1/2万5千	1,510
〃	(IX)	七 谷	1/2万5千	820
〃	(X)	茂 原	1/5万・1/1万5千	2,140
〃	(XI)	佐 渡	1/5万(説明書付)	3,020 〒800

日本水理地質図 各 〒450円

- (4) 山梨県釜無川及び笛吹川流域
- (5) 香東川・土器川・財田川流域
- (6) 愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域
- (7) 千葉西部
- (8) 奈良県大和川流域
- (11) 長野県松本盆地
- (12) 兵庫県南西部
- (13) 佐賀・福岡県筑後川中流域
- (15) 都城盆地
- (16) 仙台湾臨海地域
- (17) 高知県・鏡川・国分川及び物部川流域
- (18) 福岡・大分山国川及び駅館川流域
- (19) 熊本県白川及び黒川流域
- (20) 鳥取県日野川流域
- (21) 福岡県矢部川中流域
- (22) 山梨・長野県釜無川上流域
- (23) 長野・群馬県湯川及び吾妻川流域
- (24) 長野県千曲川中流域
- (25) 島原半島
- (26) 長崎県諫早北高地区
- (27) 長野県上川柳川及び宮川流域
- (28) 福島県郡山盆地
- (29) 福島盆地
- ▲(30) 甲府盆地

空中磁気図 各 〒450円

- (I) 酒田-村上-弥彦-糸魚川海域
- (II) 稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域
- (III) 浜頓別―雄武―網走海域
- (IV) 御前崎―浜松―豊橋海域
- (V) 西九州長崎―川内海域
- (VI. VII) 気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域
- (VIII. IX. X) 厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域
- (XI XII) 輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域
- (XIII) 福井-豊岡-隠岐海域
- (XIV. XV. XVI) 豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域
- (XVII, XVIII) 天北-十勝地域
- (XIX. XX) 日高―大雪地域
- (XXI. XXII) 奥尻―津軽―西津軽―男鹿半島―酒田海域
- (XXIII) 五島列島―野母崎―男女群島―甑島海域
- (XXIV) 北見地域
- (XXV) 大隅半島―屋久島―種子島東方海域
- (XXVI) 佐渡相川―輪島―糸魚川―七尾海域
- (XXVII) 伊豆沖-相模灘-伊豆諸島―房総沖海域

各〒760円(ただしI，II，IIIは都内760円
第一地帯880円 第二 〃1030円 第三 〃1180

名称	番号	地域
日本炭田図	(I)	常磐炭田図(説明書付)
〃	(II)	北松炭田図 (〃)
〃	(III)	留萌炭田大和地区 (〃)
〃	(IV)	常磐炭田泉地域 (〃)
〃	(V)	釧路炭田新縫別地域(〃)
〃	(VI)	石狩炭田空知区東芦辺地域 (〃)
〃	(VII)	釧路炭田北西部 (〃)
〃	(VIII)	雨竜―留萌 (〃)
〃	(IX)	佐世保市南西部 (〃)
〃	(X)	新潟県赤谷 (〃)
〃	(XII)	佐世保西南部地域(〃)
〃	(XIII)	天北炭田地質図 炭層対比図炭柱図 ｝組の場合 7,730 天北炭田説明書

Geology and Mineral Resources of Japan
〒都内 760円　第一地帯 880円
第二 〃 1030円　第三 〃 1180円
並製 3,780円

写真 1 サンペドロ川右岸沖積層台地の崖端のパイピングにより生じた吸込み穴

写真 2 サンペドロ川右岸のガリーの発達とパイピングによる崖の形成

アメリカ合衆国南西部，ベースン・アンド・レンジ地域にみられる アロヨ・カッティングとパイピング

Arroyo Cutting and Piping on the Basin & Range Province in the Southwest of U.S.A.

ベースン・アンド・レンジ地域のうち，アリゾナ州南部の山間盆地では，盆地床の沖積層が，最近になってアロヨ（Arroyo）により開析を受けるようになり，注目を浴びている。アロヨは乾燥地にみられる小流の河道を言うスペイン語で，この付近では一般にこの名が用いられている。バハダ（Bajada，山麓扇状地）は，山麓寄りでは大礫で構成されるが，山麓から遠い盆地底の堆積物は砂，シルト，粘土に富む細粒質である。アロヨは普段は涸れ川であるが，降水後には一時的に水流がみられる。

写真はアリゾナ州，テューソン市東方60キロメートル，盆地底の沖積層がガリーによって開析されている状況を示す。ここの盆地底の本流のサンペドロ川ではアロヨ・カッティングによって両岸の沖積層は側浸食を受け，側食崖の崖端には所々にガリーが発達し悪地地形を呈する。ガリーの形成には乾燥地特有のパイピング（Piping）の現象が密接に関係している。写真1のような円形の吸込み孔（ここの場合は径約60cm）が，崖に臨む台地縁にしばしば見られる。膨潤性の粘土質層は乾燥によって割目を生じ，降水は割目を伝って急速に浸透し，物質を移動して，割目を孔管へと拡大する。ガリーの底が不透水性でここを伝って水が流去することもパイピング形成の必要条件であり，流砂（クイックサンド）現象も伴って水を噴き出し孔を拡大することもある。「擬似カルスト」にもみたてられるが，パイピングは化学的溶食ではなく，物質を水が機械的に運搬した結果生じ，カルストに比べて小規模である。

写真2のガリーの崖は高さ7.5メートル，画面の右手の崖の円筒形の溝は，パイピングによって生じた空隙が連接して崩落し，崖を形成した過程を示しており，左手奥の崖の上にはパイピングの孔が並んで発達しており，やがて崩落につながることを窺わせる。沖積層の最上層（白っぽい部分）は1900年頃のもので，それまで堆積傾向にあった盆地床は，その後現在までの間，開析期にあり，アロヨ・カッティングとそれに伴うガリーの形成が著しい。この写真の場合は，過放牧による植生の破壊が原因で，盆地床が開析過程に入ったのではないかと推定されている。

（1972年12月式　正英撮影　Photo by M. SHIKI）

地学雑誌 90, 1 (1981)

房総勝浦地域における勝浦層と黒滝層との層位学的関係についての一考察

川 辺 鉄 哉* 大 野 恵 一 郎** 前 田 四 郎*

Some Considerations on the Stratigraphic Relationship between the Late Cenozoic Katsuura and Kurotaki Formations in the Katsuura District, Boso Peninsula

Tetsuya KAWABE, Keiichiro OHNO and Shiro MAEDA

Abstract

1) This research was carried out, in order to clarify the stratigraphic relationship between the Katsuura and the Kurotaki Formations, particular attention being given to the tephra key bed known in the Katsuura district, which is named Kr in this article. The tephra key bed, outcropping in the area around Kasugadai and the Katsuura Bridge, in Katsuura city, was dealt as typical Kr.

2) In the eastern part of the area, the strike of Kr runs NNE-SSW, but ENE-WSW in the western part. Since Kr is cut by several normal faults, its distribution is slided horizontally and vertically.

3) The tephra key bed (Kr) consists of three members, KRl, KRm and KRu, in ascending order. Among them, KRm, the middle one, is divided into five beds, m 0, m 1, m 2, m 3 and m 4.

4) Kr extends from the east, where Katsuura Formation is distributed, to the west where the Kurotaki Formation is distributed, through the Ishikiri and the Aiyama valleys. In the Aiyama valley, Kr is situated stratigraphically about 8 m above the plane of the Kurotaki unconformity, but Kr disappears at the cliffs cut by the city-road about 0.6 km to the west of the Aiyama valley.

5) Each member of Kr becomes thinner in the western part than in the eastern part. At Matsube its total thickness is about 12 m, but becomes about 9 m in the Ishikiri valley, and about 4.5 m in the Aiyama valley.

6) In the western part of Kr, its rock characteristic changes distinctly and becomes the facies of the coarsegrained tuffaceous sandstone with the pumice and the scoria.

7) If Kr is considered as a standard horizon, the Kurotaki Formation, in the Kurogahana area in the most-eastern part of the district, could be regarded to be the lowest horizon in its distribution, and also as the oldest. On the other hand, the Formation distributed in the most-western part of this district is the upper horizon and also

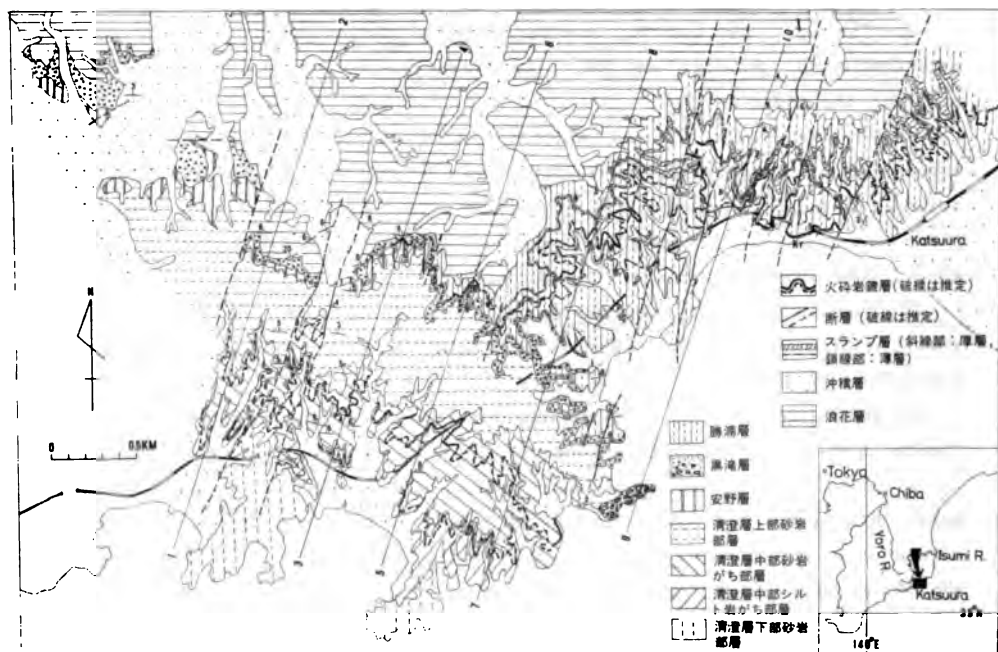
* 千葉大学理学部地学教室
Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Chiba University
** 東京都杉並区今川中学校
Imagawa Junior High School, Tokyo

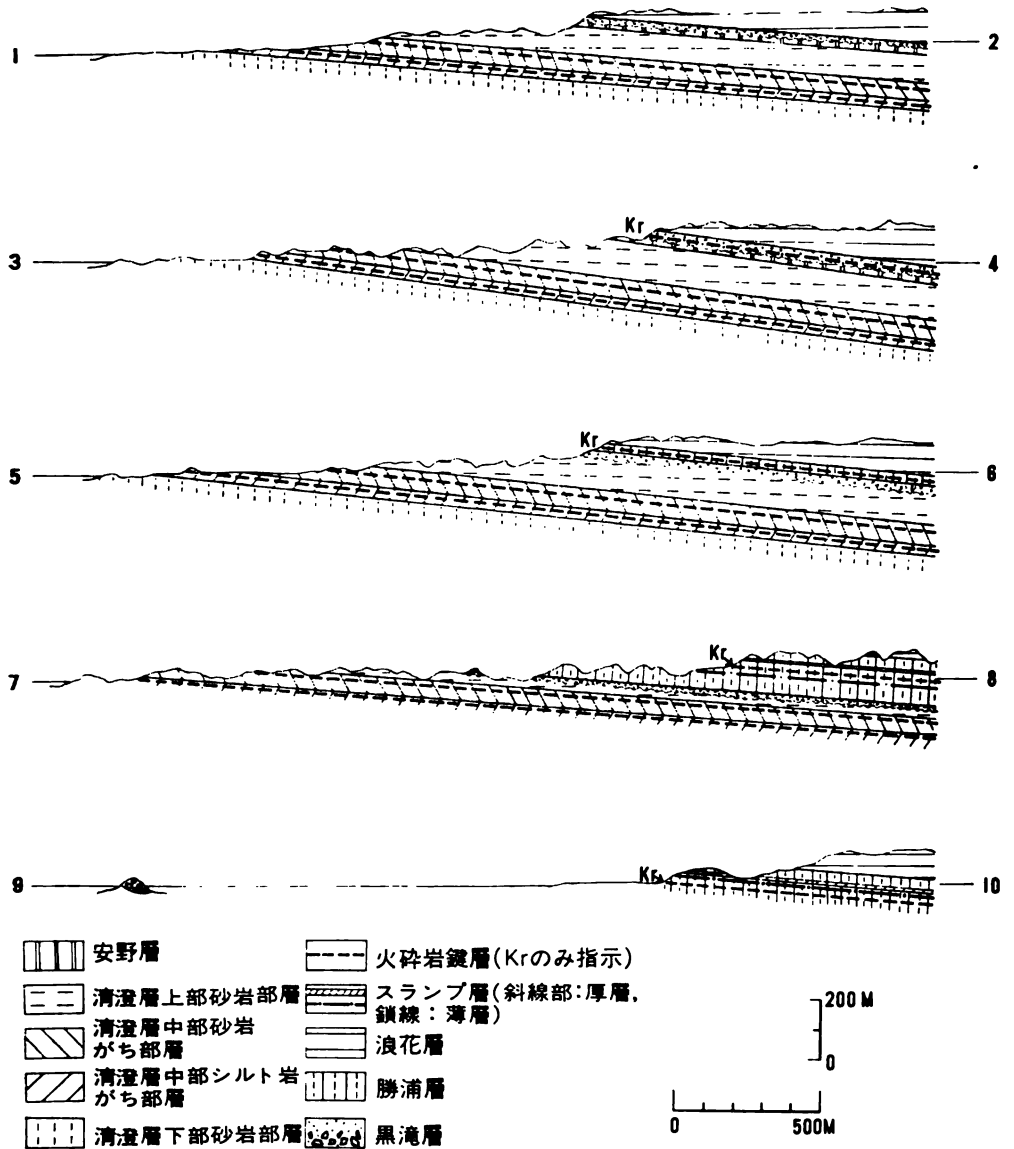
younger than that of the most-eastern part of the district.

8) It is,therefore, concluded that the Kurotaki Formation was deposited at different times with same facies, and also that the Katsuura and the Kurotaki Formations were deposited at the same time with different facies. It is remarkable that the Kurotaki Formation in the Kurogahana area lies under the Katsuura Formation as its basement.

I. 緒　言

上総層群基底の黒滝層は房総半島中部に幅狭いが東西に帯状に分布しており，黒滝層より上位にある，上総層群下部の関亜層群は東に広く西に狭く分布している。富津一大多喜図幅（三梨・他　1961），東京湾とその周辺地域の地質（三梨・他　1976）をみると，関亜層群中の黄和田層およびそれ以下の諸層と黒滝層とは一見して斜交関係にあるようにみえる。黒滝層中に存在する火砕岩で，層位上の対比に役立つとおもわれるものは比較的に少ないが（川辺・他　1979），湊川本流から小櫃川上流地域に分布する黒滝層中の火砕岩TM3（川辺・他　1979）に基づくと，本層は黄和田層の下位にあると同時に，また一部の黄和田層と同時異相の関係にある。しかし黒滝層の分布する最東端部，すなわち勝浦地域の黒滝層と勝浦層とが層位学上どのような関係にあるかは，従来必ずしも明瞭ではなかった。したがってこのたび火砕岩を鍵層として検討してみることとした。それは黒滝層の堆積機構を考慮するうえに極めて有意義であると考えたからである。勝浦層中にはいくつかの火砕岩鍵層新妻（1976）が明らかにされているが，われわれは特に顕著な火砕岩鍵層 Kr* に注目し，組み合わせ法により構成される Kr の特質を明確にしたうえで，本鍵層の水平的な広がりを調査し，勝浦層と黒滝層との層位学的関係を究明した。

調査範囲は勝浦市勝浦北東部から勝浦市串浜，鵜原を経て勝浦市中島に至る東西約4.5km，南北約3 km

第1図　勝浦地域の地質図（1～10の各断面は第2図参照）

* 新妻（1976）の KR を修正したものである。

第２図　勝浦地域の断面図（１～10の各断面位置は第１図のそれらに一致）

にわたる地域で第１図に示してある。なお本研究には1978年春以来，延べ約60日を費した。本研究を遂行するに当り種々と深いご注意をたまわった当地学教室の坂上澄夫博士ならびに教養部地学教室の大原　隆博士をはじめ，野外調査ならびに室内整理にご助力たまわった沢野　弘，今宮　謙，横川生朗，小林博明，斉藤　敦，鈴木祐一郎，高橋真二，佐々木康雄，大塚澄夫の諸氏，また東京都貫井中学校福田鉄雄，同今川中学校椿　正明，千葉県立市原緑高校森谷正孝，同湖北高校下平　聖の諸氏に対して深く感謝の意を表する次第である。

II. 調査方法

本地域の勝浦層は北西ないし北へゆるく傾斜する単斜構造をなし，火砕岩鍵層の追跡は順調にすすんだ。しかし当地域には断層がいくつか存在し，そのため Kr を数10mから数100m水平的に追跡すると，Kr の分布が著しくずれる。したがって図学的方法を用いると共に，野外において Kr を見失わぬように山嶺や渓谷部を順次に踏査した。特に鵜原駅北方においてはすべての渓谷を踏査した。そして後述する石切の沢と合山(あいやま)の沢で，Kr が黒滝層中に存在するという重要事実を発見できた。これにより予期どおりに勝浦層から黒滝層への Kr の連続性の追跡を行うことができた。また調査を進めるにあたり，特に調査地域の西部では Kr を構成する岩相が砂岩質に変化すること，また火砕岩鍵層と火砕岩鍵層との間の層厚が薄くなることに気づき，調査に際して特にこの点にも注意を払った。

III. 研究史

勝浦地域に関する地質学的研究は必ずしも多くはない。しかし当地域に接近しており，当地域の地質にかかわりを持つ主な研究としては次のものがあげられる。

脇水（1901, 03）は勝浦地域の西に隣接する東大千葉演習林地域内の地質を調査し，植田（1930, 33）は房総中部に分布する新生界の層序区分を行ない，佐久間層群とその上位の黒滝層群とは不整合であるとした。

沢田（1939）は勝浦町・興津町附近を調査し，安野(あんの)層とその上位層とが不整合関係にあることを認め，池辺（1947）は武蔵野系の基底は不整合であると指摘した。小池（1951）は黒滝不整合の形成過程の究明のため精力的に調査をすすめ，黒滝不整合のもつ特性を解明した。藤田・陶山（1952, 53）は中部鮮新統の堆積機構を考察し，下部関亜層群の形成と基盤の沈降運動との関係を論及した。

房総研究グループ（1953）は黒滝不整合ならびに関亜層群の生成過程にまつわる諸問題を指摘すると共に，関亜層群の生成機構やその他について論及した。房総団体研究グループ（1964）は安野層の火砕岩鍵層に着目し，黒滝不整合の削剥量と黒滝不整合の形成過程とを検討し，黒滝不整合が陸上侵食によるものであると考えた。新妻（1976）は古地磁気層位学に基づき勝浦地域の研究を行ない，火砕岩鍵層を詳述し，房総半島における中新統と鮮新統との境界，鮮新統と更新統との境界を論及した。

IV. 地質概要

調査地域には豊岡亜層群の清澄層と安野層および上総層群の黒滝層，勝浦層，浪花層が分布する。これら諸層の当地域内での地質構造は共に同斜構造をなし比較的単調である。当地域内の豊岡亜層群の清澄層および安野層は走向 WNW—ESE で，傾斜は3～8° N を示す。一方，黒滝層下部は豊岡亜層群とほぼ同様の走向，傾斜を示すが，上位の勝浦層，浪花層に接近する黒滝層上部では走向は WSW—ENE を，傾斜は6～20° N を示し，黒滝層の下部と上部とでは走向，傾斜がかなり変化している。勝浦層および浪花層においては，それらの分布の西部では走向は WSW—ENE を，東部では走向は SW—NE を，傾斜は3～20° NNW から NW を示す。また当地域内には落差が約10～45m の正断層がいくつか存在する。それらのうち NNE—SSW の走向を示すものが多く，そしてそれらはE落ちのものが多いが，W落ちの断層も僅かに知られる。なお E—W の走向を示す断層はN落ちが多い。その他，小断層が多く，それらは正断層が多いが，逆断層も僅かにみられる。

V. 層序

A. 清澄層

命名：脇水（1901）

模式地：調査地域より西方に分布する。すなわち千葉県安房郡天津町と君津郡亀山村，夷隅郡老川村の

3町村の境界に位置する清澄山。

層厚：千葉県勝浦市の市道鵜原荒川線沿いで250m 以上。

分布と構造：調査地域においては中島南部から砂子の浦，さらに鵜原理想郷にかけて帯状に分布する。走向は WNW—ESE で，傾斜は5～8°N を示す。

岩相：調査地域においては，本層は下位から下部砂岩部層，中部シルトがち部層，中部砂がち部層，上部砂岩部層に区分され，その特徴は次のようである。

a）下部砂岩部層

本部層は各単層の厚さが50～200cm の塊状の砂岩を主体とし，厚さ10～20cm の灰色* 凝灰質シルト岩を挟む。砂岩は凝灰質で中粒～粗粒におよぶものが多く，層厚約1mの細粒砂岩もある。鵜原理想郷において本部層の層厚は15m以上で，下位に天津層が分布する。

b）中部シルトがち部層

本部層は層厚30～150cm の灰色シルト岩が8割を占め，これと厚さ5～45cm のスコリア，層厚数10cm の層状の凝灰質細粒砂岩とが互層をなし，5枚の凝灰岩が存在する。スコリア堆積物のなかには級化構造をなしているものもある。それらは黒色で細粒から中粒である。層厚約30m。

c）中部砂がち部層

本部層は層厚3～5mの塊状砂岩，20～150cm の細粒層状～粗粒塊状の凝灰質砂岩，10～100cm の灰色凝灰質シルト岩が互層をなし，砂岩が顕著となることによって中部シルトがち互層から区別される。特に本部層中部は一般に凝灰質で，それぞれ層厚10～20cm のスコリア，軽石，ゴマ塩状凝灰岩，灰色凝灰岩を挟む。砂岩中には径数 10cm の灰色シルト岩の偽礫および炭化物の小片が含まれる。本部層の全層厚は約80m で，そのなかに7枚の凝灰岩が含まれる。

d）上部砂岩部層

本部層は各単層の厚さが1～3mの凝灰質中粒～粗粒塊状砂岩が主体をなし，厚さ5～20cm の灰色シルト岩を挟み，ところによりそれぞれ5～30cm のスコリア，軽石，凝灰岩を含む。粗粒塊状砂岩中にしばしばノジュールがみられる。全層厚は約120mである。

B．安野層

命名：脇水（1903）

模式地：調査地域の西方に位置し，君津市折木沢，猪ノ川上流（東大演習林安野地区）。

層厚：市道鵜原荒川線沿いの露頭において約16m。その東約500mの勝浦市鵜原字合山の沢（東急リゾートタウン勝浦のクラブハウス南側の沢）において約20m。

分布と構造：清澄層の北側に帯状に分布し，鵜原駅北方約800mの勝浦市鵜原字長作または字石切附近で消滅する。すなわち合山の沢で厚さが約20mの安野層がその南東約500mの石切の沢では消滅しており，したがって安野層の下位にある清澄層と上位の黒滝層とが直接接する。また石切の沢以東においても安野層はみられない。走向は WNW—ESE で，傾斜は5～10°N を示す。

岩相：本層は各単層の厚さがそれぞれ 10～60cm の灰色凝灰質シルト岩，細粒スコリアを含む暗灰色硬質シルト岩，またそれぞれの層厚30～120cm の暗褐色凝灰質塊状砂岩，軽石，スコリアなどのラミナをもつ細粒凝灰質砂岩，層厚5～20 cm の暗灰色～黒色スコリア，層厚がそれぞれ約 10cm の暗灰色スコリア・軽石，層厚約10cm の灰色ゴマ塩状凝灰岩などが互層をなしている。

C．黒滝層

命名：脇水（1903）

模式地：調査地域の西方に位置し，君津市折木沢，猪ノ川上流の黒滝。

岩相と層厚：本層は調査地域においても場所が異なると岩相，層厚に変化がみられる。一般に岩相はス

＊ 色調は岩層中に含まれる水分の量，風化の程度などにより若干変化する。

コリアを多く含む暗灰色凝灰質砂岩・礫岩が主体である。場所により岩相が変化するので，次の5カ所について東から西へ列挙してみる。

a）勝浦市松部ボラノ鼻および黒ガ鼻

この地域の黒滝層* は礫岩相が著しく発達している。他の地域ではこのような礫岩相の発達はみられない。そして礫岩，粗粒砂岩，細粒砂岩が堆積輪廻を数回繰り返している。礫岩は下位のものほど大きく径1～2m以上もあるものもあるが，上位になるにしたがい径約50cm，さらに上位では径約5～20cm となり，やがてスコリア・軽石などを含む礫質ないし粗粒砂岩となる。下位層との関係は顕著な傾斜不整合で，約30° の斜交角をもって黒滝層が下位の清澄層を削り込んでいるような形態でおおう。

b）勝浦市鵜原字石切の沢（鵜原駅の北北東約1km に位置する東急リゾートタウン勝浦ゴルフ場南面の一番深い沢）

ここの黒滝層は各単層の厚さが30～120cm の暗灰色凝灰質砂がちシルト岩で，細粒のスコリアや軽石を含んでおり，黒滝層としてはかなりシルト質である。またそれぞれの厚さが数cm から約20cm の黒色細粒スコリア，褐色～暗灰色スコリア・軽石，ゴマ塩状凝灰岩などを挟む。下部から上部に移るにしたがい，細粒砂質からシルト質砂岩となり，上位の勝浦層へ漸移する。下位には清澄層上部砂岩部層に相当する中粒～粗粒砂岩があるが，安野層はみられない。この沢から以西で合山の沢との間で本層は層厚約20mとなり，不整合面の約31m上位に火砕岩鍵層 Kr の下面が分布する。

c）勝浦市鵜原字合山の沢（鵜原駅北方約1.2km に位置し東急リゾートタウン勝浦クラブハウス南面の沢）

ここの黒滝層は各単層の厚さが30～200cm の灰褐色～暗灰色凝灰質粗粒砂岩または礫質砂岩が主体をなしスコリア，軽石の小礫を含み，中部から上部にかけては直径が5～10cm の灰色凝灰質シルト岩の偽礫を含む。また厚さ 10～50cm の灰褐色凝灰質の砂がちシルト岩を挟み，下部には褐白色～灰褐色粗粒凝灰岩が数枚存在し，そのなかには後述する Kr が不整合面から上位約8.5～13m の層準にみられる。当地域における層厚は約30mで，下位層の安野層とは不整合である。b）地点と距離的には約500m 隔てただけで，岩相，層厚共に著しく変化している。

d）勝浦市道鵜原荒川線（東急リゾートタウン勝浦入口附近）

ここの黒滝層下部は，厚さ 30～50cm の暗灰色凝灰質中粒～礫質砂岩からなり，各単層は含有するスコリア，軽石の量と粒度がそれぞれ異なっている。また下部には厚さがそれぞれ数cm～15cm の暗灰色の凝灰岩，暗灰色～暗緑色スコリア・軽石，黒色スコリアなどを多く挟む。下部には直径最大約5cm のシルト岩やその他の礫が混在する。中部から上部にかけては暗灰色中粒～粗粒凝灰質砂岩が厚さを増し厚さも1～2m となり，厚さがそれぞれ2～6cm の暗灰色の凝灰岩，黒色スコリアを挟む。上位の勝浦層へは砂質からシルト質へ岩相が変わり漸移してゆく。層厚は約21m で下位層の安野層とは不整合をなしている。上部に貝化石が若干みられる。

e）勝浦市中島

ここの黒滝層は明灰色細粒～中粒砂岩が主体をなし，細粒スコリアや小礫状軽石を含み暗灰色の凝灰岩，暗灰色粗粒～礫状スコリアや軽石を挟む。層厚は20m以上でまた採石跡がみられる。

D．勝浦層

命名：沢田（1939）。本論でいう勝浦層とは下位層の黒滝層と上位層の浪花層とに挟まれるもので，沢田（1939）は本層中の一部に黒滝層を含めていた。

模式地：千葉県夷隅郡勝浦町。

層厚：勝浦市春日台の露頭では100m以上，勝浦市松部の露頭では140m以上で，下限は海水におおわれて不明で，厚さは約250mと推定される。

* この地域の本層の詳細は川辺・他（1980）を参照願い，本文では概要にとどめる。

分布と構造：本層は本調査地域中央部から東部に厚く分布する。走向は一般的には ENE—WSW で，傾斜は 5～10° N を示す。

岩相：本層は岩相により，下部砂岩がち部層，中部シルト岩がち部層，上部砂岩がち部層に区分される。下部砂岩がち部層，中部シルト岩がち部層は勝浦市勝浦南部から八幡岬附近にかけて分布する。八幡岬においては比較的陶汰のよい厚さ 1～2 m の中粒砂岩と厚さ 30～40cm のシルト岩との互層で砂岩が優勢であり，その上位に中部シルト岩がち部層が重なる。当地域においては上部砂岩がち部層相当層のみが分布している。この勝浦層上部部層は各単層の厚さが 30～70cm の灰色シルト岩と，厚さ 50～100cm の軽石を含む細粒砂岩と，厚さ 2～3 m の中粒～粗粒砂岩との互層からなり，砂岩に灰色シルト岩の偽礫，炭化物，軽石などを含むほか厚さがそれぞれ 10cm の軽石，スコリア，ゴマ塩状凝灰岩などを挟む。本部層は東に厚さを増す。これは各単層自体の層厚が東方ほど厚くなっている場合と，東方にシルト岩または砂岩を多く挟むような場合とがある。また松部においては細粒砂岩が多く，春日台においてはそれらが砂質シルト岩からシルト岩に変っている。

第３図　春日台（模式地）における火砕岩鍵層 Kr の柱状図
KRl：下部，KRm：中部，KRu：上部をそれぞれ示す

また本地域には 4 層の凝灰岩と 5 層のスランプ層とがある。最も下位の凝灰岩は下部の厚さ約 5 cm の灰白色中粒凝灰岩と上部の厚さ約 3 cm の灰色細粒～中粒凝灰岩とからなり，石切の沢のものと対比される。その上位の凝灰岩が後述する Kr で，3 つの凝灰岩からなる（第 3 図参照）。その上位のものは下から厚さ約10cm の白色細粒ゴマ塩状凝灰岩，厚さ約10cm の暗灰色中粒ゴマ塩状凝灰岩，厚さ約 8 cm の白色シルト岩がちゴマ塩状凝灰岩からなる。最上位のものは灰白色シルト質凝灰岩である。またスランプ層は下から順にそれぞれ厚さ1.5m，4.5m，2 m，3 m，7 mを示し，東方に次第に厚くなり，ゴマ塩状凝灰岩，白色凝灰岩，暗灰色細粒砂岩の薄層を含むシルト岩および砂岩からなる。

E．浪花層

命名：小池（1949）は浪花泥岩層として命名。

模式地：千葉県夷隅郡浪花村。

層厚：春日台において75m以上。

分布と構造：本層は勝浦層を整合におおい，大原互層に整合におおわれる。当地域の北部に東西にのびながら分布する。走向は NE—SW から ENE—WSWで，傾斜は 5～20° N を示す。

岩相：当地域に分布するのは浪花層の下部にあたるもので，おもに20～120cm の青灰色～灰色シルト岩からなり，ところにより厚さ10cm 以下の灰色～灰白色中粒～粗粒，または細粒のゴマ塩状凝灰岩，暗灰色スコリア，軽石を挟む。また当地域においては厚さ 1～5 mの塊状砂岩が30～40mおきに存在するが，本層中 8～9 割はシルト岩が占める。

VI. 火砕岩鍵層 Kr について

A. 概　要

勝浦層中の火砕岩鍵層中，野外で識別しやすい火砕岩鍵層 Kr に注目し，今回の調査に活用した。野外調査の結果，新妻（1975）の指摘した KR の約４～５ｍ下位に層厚120～140cm の凝灰岩の存在することを新たに知ったので，われわれはこれを下部の KRl とし，新妻の KR で凝灰岩の部分を中部の KRm と上部の KRu とし，これら３層の凝灰岩の組み合わせを改めて Kr として総括した（第３図参照）。なお勝浦市春日台，勝浦大橋附近では KRl の露出が悪い。新妻（1976）の第３図をみると，SUGIYA 南部から KATSUURA までの KR の記載はあるが，それ以西では断層の存在によりみあたらない。そこでわれわれは従来知られていた KR の分布をさらに西方へ追跡し，第１図の地質図のような新たな Kr の分布を明らかにした。すなわち地質図中における実線は実際に分布を確めたところである。また破線は表土が厚くて露頭がよくないところや小断層でとぎれてわからないところで，隣接する露頭における分布やまた層序関係に基づき推定したものである。第１図の地質図をみるとわかるように Kr は勝浦北東から春日台までは西落ちの正断層により分布がずれ，また海面からの標高が30～40ｍから次第に下降している。しかし串浜から松部を経てその西方へは東落ちの正断層が存在しており，Kr の海面からの標高は次第に増し，松部附近で約50m，石切の沢では丘陵部となりその標高は約90ｍとなる。また松部においては Kr から黒滝不整合までの厚さが100m 以上もあるが，石切の沢では約31m となり，合山の沢では黒滝層中に分布が移りそこでは約８ｍとなり，その西方では Kr が存在しなくなる。

B. Kr の特徴

Kr は場所が異なると構成する岩質と堆積状況とに若干の変化がみられる。これは注目すべきことである。ここでは春日台，勝浦大橋附近のものを模式とし，下位から上位への特徴を記す（第３図参照）。最下部の凝灰岩 KRl は厚さ120～130cm で，下位から厚さ22cm のシルト質凝灰岩，厚さ約20cm の暗灰色中粒凝灰岩，厚さ約15cm のシルト岩と凝灰岩との互層，厚さ約25cm の暗灰色細粒～中粒凝灰岩，厚さ約５cm の凝灰質シルト岩，厚さ約15cm のシルト質凝灰岩，厚さ約２cm の暗灰色細粒ゴマ塩状凝灰岩，厚さ約20cm のシルト岩と凝灰岩との互層からなり，直上に厚さ約３cm の褐色～灰白色細粒ゴマ塩状凝灰岩が重なる。さらにその約45cm 上位には厚さ約６cm の褐色～白色ゴマ塩状軽石* があり，級化構造をなしている。さらに約80cm 上位には厚さ約５cm の暗灰色細粒～中粒スコリアが，その約25cm 上位には厚さ約５cm の黒色中粒～粗粒スコリアがある。その上位に厚さ約60cm 以上の砂岩がありシルト岩に漸移する。シルト岩の上位には厚さ約10cm の黒色細粒～中粒スコリアがあり，このスコリアから KRu までを新妻（1976）は KR としたものとおもわれる。

このスコリアの約2.5m 上位には記号 ｍ０とした厚さ15～20cm のゴマ塩状凝灰岩がある。この ｍ０を KRm の最下位層群とした。ｍ０の上部１～２cm はゴマ塩状軽石となり白色～灰白色となっているが，下部は灰色～暗灰色を示している。Kr のなかでもこのゴマ塩状凝灰岩 ｍ０から ｍ４までは鍵層として非常に役立ち，後述する岩相変化の観察においてもこの部分に特に注目した。つまりこのゴマ塩状凝灰岩（ｍ０）の上位には厚さ25～35cm のシルト岩があり，このシルト岩中には下部３～６cm に軽石礫を含み，この軽石の上位４～８cm に黒色細粒～中粒のスコリアが存在し，勝浦北東から石切の沢までに若干の変化はあるが，この組み合せは確かである。

さらにその上位に厚さ230～240cm の凝灰岩があり，これを大きく４区分し，下位から記号 ｍ１，ｍ２，ｍ３，ｍ４とした。KRm はｍ０～ｍ４までの組み合せをまとめたものである。ｍ１は厚さ約35cm の灰色～暗灰色の細粒～中粒凝灰岩で粒度の異なる凝灰岩が層状をなしている。ｍ２は非常に乱れたコンボルート構造をなし，上位の ｍ３との間にフローカストないしフレーム構造をもつ厚さ 30～40cm の白色～灰白色

* ゴマ塩状凝灰岩のなかで特に軽石の多いものをいう。あくまで相対的である。

微細粒凝灰岩となっている。春日台，勝浦大橋地区のこの下部には乱れはみられず，上部約5cm の層準には厚さ約1cm の灰色シルト岩がある。しかし他の場所ではこのシルト岩は連続性が乏しくてとぎれている。m3は層厚125～135cm の灰色中粒～粗粒凝灰岩で，上位になるにしたがい粒度が細かくなる。m4はシルト岩と粒度の異なる凝灰岩とが層状に堆積している。その上位に厚さ約145cm の凝灰質シルト岩があり，その上位に KRu とした厚さ約35cm の灰色粗粒凝灰岩が重なる。以上をわれわれは Kr とし，その厚さは約12.5m で，これら各々の組み合せをまとめ一つの鍵層として認めた。

第4図　春日台における火砕岩鍵層 Kr の中部部層の鉱物組成　図の左半部黒色部分（有色鉱物）の詳細を，図の右半部に示す
m0：ゴマ塩状凝灰岩，m1：灰色～暗灰色の細粒～中粒凝灰岩，m2：白色～灰白色微細粒凝灰岩，m3：灰色中粒～粗粒凝灰岩

C．鉱物組成

鉱物組成については春日台で採集した KRm の m0，m1，m2，m3 を対象として調べた。鑑定にあたってはサンプル中の鉱物200個以上を任意に選び同定し，その結果を量比で表わした(第4図参照)。第4図において左の部分は全鉱物における量比を示し，右の部分はそのなかの有色鉱物の量比を示した。第4図に示されるように KRm 中の m0，m1，m2，m3，はそれぞれ鉱物組成が異なる。m1，m2においては有色鉱物の量比が少ないため，有色鉱物の量比は検討してない。

m0，すなわちゴマ塩状凝灰岩の鉱物組成は長石類69.6%，有色鉱物26.1%，火山性ガラス4.3%，石英なし，となる。また有色鉱物においては角閃石70.9%，紫蘇輝石17.7%，鉄鉱物10.3%，その他1%となる。これらから判断すると m0は長石類が多く火山性ガラスは少なく，有色鉱物としては角閃石が多いといえる。m1の鉱物組成は火山性ガラス98.1%，長石類1.4%，有色鉱物0.5%，m2 の鉱物組成は火山性ガラス91.9%，長石類6.2%，石英1.9%，m3 の鉱物組成は火山性ガラス61.7%，長石類31.9%，有色鉱物6.4%となる。m3の有色鉱物については紫蘇輝石30.9%，普通輝石9.1%，角閃石43.6%，鉄鉱物16.4%となる。これらのことから m1，m2，m3は火山性ガラスが多く，m3の有色鉱物では紫蘇輝石，普通輝石などが多いといえる。以上から m0は m3に比べ，普通輝石がほとんどなく紫蘇輝石も少なく角閃石が多いことから，酸性の火砕岩といえよう。一方 m3は角閃石が前者より少なく，紫蘇輝石，普通輝石が多く，火山性ガラスに富んだ塩基性の火砕岩といえよう。m1，m2，m3はそれぞれの間に挟まれるシルト岩などの堆積物が比較的薄いことから，m1，m2，m3の堆積は時間的に隔たりが少ないといえる。しかし上述のように鉱物組成の異なることから m0とその他の m1，m2，m3とを比べると，m0はあるいは供給源が異なっていたものであるかも知れないと考えられる。

VII. 火砕岩鍵層 Kr の岩相変化と層厚変化

火砕岩鍵層 Kr は東から西に移るにしたがい，葉層と葉層との間の層厚は薄くなり，また岩相も部分的に変化し特に黒滝層に近づくと砂がちとなる。m0 から m4は特に注目される（第3，5図参照)。調査地域内の最も東方にあたる勝浦北東での Kr の層厚は約12m以上で，その西方約1.3km の春日台において

第5図　火砕岩鍵層 Kr を中心にした各地域の柱状図

柱状図右側の数字：層厚（単位は cm），柱状図両側の記号；A(1)：互層，BL：黒色，BR：褐色，BU：青色，C：粗粒，CG：礫質，CO：コンボルート構造，DG：暗灰色，F：細粒，G：灰色，GM：ゴマ塩状凝灰岩，GP：ゴマ塩状軽石，GRA：級化層理，L：葉理，M：中粒，P：軽石，SA：砂質，SC：スコリア質，SI：シルト質，T：凝灰質，WG：灰白色，Y：黄色

は約12.5mである。また約1.2km 西方の松部では約12.2m，さらに西方約0.9kmの石切の沢では約9.1m，約0.5km 西方の合山の沢では約4.5m を示し薄くなり，合山の沢以西においては Kr はなくなっている。これは次に述べる岩相変化から判断して，合山の沢とその西方約0.6km の市道鵜原荒川線との間で堆積当時のなんらかの条件により消滅してしまったものであろうとおもわれる。

上述の事実から層厚に関して勝浦北東から松部間においては層厚は変化していないといってよく，しいていえば Kr 中のシルト岩は Kr の分布地域中において西方ほど若干薄くなる。

調査地域の西方では不整合面に近くなる石切の沢において全体的に各層が薄くなる。すなわち勝浦北東から松部では KRl は厚さ120～140cm を示すものがその厚さが石切の沢では約90cm に，KRu も勝浦北東から松部では30～35cm を示すものがその厚さが石切の沢では約20cm となり，それと共に東方の勝浦北東から松部に比べシルト岩は軽石，スコリアなどをより多く含むようになり，砂岩相に変わる。しかし KRm の層厚は勝浦北東から松部では約230～240cm であるが，石切の沢では約200cm に変わり，KRl・KRu と比べ顕著に薄くはなっていない。これは後述するようにこの部分に軽石，スコリアなどが多く挟まれるようになるからとおもわれる。さらに合山の沢の黒滝層中においては層厚は石切の沢に比べほぼ半減し，シルト岩，ゴマ塩状凝灰岩，スコリアなどは軽石を含んだ灰色シルトの偽礫が存在する凝灰質砂礫岩となる。このように合山の沢における Kr はかなりの岩相変化がみられるが，石切の沢における変化を考えると充分理解されることである。

次に Kr のなかで特に注目される m０～m４について述べると，m０は層厚に関し勝浦北東から石切の沢まで変化はみられず，約15～20cm を示している。しかし合山の沢ではこの部分の存在を確かめることができず，幾分粒度の粗い凝灰質砂礫岩の挟みが m０に相当するものとおもわれ，これらの２つの沢の間で急激に岩相が変化したものと推定される。ただ東部から西部になるにしたがい上部の白色ゴマ塩状軽石の厚さに多少変化が生じ，石切の沢においては約３cm となる。m０の上部のシルト岩中における軽石とスコリアは石切の沢にはみられるが，それらは東部に比べると多少細かくなる。このシルト岩は合山の沢においては軽石を含んだシルト岩の偽礫として，m２に相当する凝灰岩の下方の凝灰質砂礫岩中に分布する。

m１はラミナの発達した細粒～中粒凝灰岩であるが，石切の沢においては一部に軽石を含む。合山の沢では凝灰岩，m２の下位約15cm の軽石と中粒～粗粒のスコリアからなる層状をなした部分に相当する。

m２は Kr 中最も緻密な凝灰岩で，砂質化する合山の沢においても東方から延長を知ることができる。松部から西方へ移ると次第に薄い砂岩層を挟むようになり，石切の沢ではさらに軽石などのラミナを多く挟むようになる。また合山の沢では m２の上・下部は粗粒凝灰岩から砂質凝灰岩となり，凝灰質砂礫岩も入り込んでおり，ノジュールも含む。そして中部のみが緻密な白色凝灰岩の特徴を残し，厚さは30～40cm を示す。

m３は Kr 中最も厚い凝灰岩で中・下部は中粒～粗粒で，上部は細かくなる。これらの部分に東から西への岩相変化が最も顕著にみられる。つまり勝浦北東においては１葉層の薄い砂岩を含んでいた岩相が，松部では４～５葉層を含み，石切の沢では軽石・スコリアなどのラミナが多く集まった厚さ約20cm の層状の砂質凝灰岩を下部に２枚含む。さらに合山の沢ではこの部分は凝灰質砂岩となり，ところにより灰色シルト岩の偽礫を含み，上部は褐色細粒凝灰岩である。

m４は合山の沢では凝灰質シルト岩と細粒～中粒凝灰岩とが層状をなし，勝浦北東からの延長を知ることができる。

以上の事実から考察すると，シルト質の勝浦層から凝灰質砂岩の黒滝層へ分布が近づくにつれ，各葉層とも砂質となり，かなりの岩相変化が認められる。そして凝灰岩についていえば，より粒度のあらいものほど変化が激しく，微粒緻密な堆積物ほど変化がゆるい傾向が認められる。

VIII. 火砕岩鍵層 Kr と黒滝層との関係

Krは西に地理的位置が移るにしたがい，次第に黒滝層に近づくが，しかし石切の沢と合山の沢との間で

は前述のように勝浦層中の Kr の分布が黒滝層中に入る。このことは注目されるべき重要事実である。地質断面図（第2図）をみると，断面7-8においては勝浦層中の Kr の層位から約100m* 下位に黒滝不整合面があり，断面図7-8の位置から約0.6km 西方にあたる断面図5-6においては勝浦層中の Kr の層位から約36m下位に不整合面がある。さらに西方約0.5km の断面図3-4においては Kr は黒滝層中に分布し，Kr の層位から約10m 下位に不整合面が位置し，その西方約0.7km の断面図1-2においては Kr は全く認められない。

一般に火砕岩層は同一時間面をあらわすものと考えられているから，この Kr に基づいて各層の堆積時期を考えてみると，層位上，Kr の下方に位置する地層ほどより古い時代に堆積し，また層位上，Kr の上方に位置する地層ほどより新しい時代に堆積したものであるといえる。地質断面図に示すように断面図7-8にあらわれる黒滝層より断面図5-6にあらわれる黒滝層が，さらに断面図3-4にあらわれる黒滝層がより新しい時期に堆積したものであることになる。つまり Kr を同一時間面とすると，調査地域内の最も東方の断面図9-10にあらわれる黒ガ鼻に調査地域内での最も古い黒滝層が存在し，黒ガ鼻から順次地理的位置が西方に移るにしたがい，より新しい黒滝層が分布することになる。

このことから黒滝層は同時堆積物ではなく，岩相の似る異時堆積物が勝浦地域にほぼ北西～南東性に細長く帯状に分布しているものであるといいきれる。また一方断面図3-4と断面図7-8との Kr に基づき，黒滝層と勝浦層とは同時堆積物であることを示すから，黒滝層と勝浦層との間には同時異相の関係が成り立つことがわかる。しかし黒ガ鼻地区の黒滝層の上位に勝浦層が重なっているので，黒滝層はまた一部の勝浦層の基底ともなっている。上述のことをさらにふえんし，尾田（1975），西田（1977），前田・他（1979），川辺・他（1979）による諸事実をあわせ考察すると，房総半島に分布する全体の黒滝層に関して，それはほぼ鮮新世後期中頃から更新世初頭の異なる時代に一連的に形成された含礫粗粒堆積物であるといえる。

IX. 要　約

1）勝浦層と黒滝層との層位学的関係を明らかにする目的をもって火砕岩鍵層Krに着目して研究を行なった。Kr は春日台，勝浦大橋に露出する火砕岩を模式とした。

2）火砕鍵層 Kr は新妻（1976）による火砕鍵層 KR の下位約4～5mに新たに発見された層厚120～140cm の凝灰岩 KRl をも加えたもので，下位からこの KRl と，新妻の記載したものを新たに KRm と KRu とに区分し，これらをまとめた。KRm はさらに m0, m1, m2, m3, m4に細区分した。m0は最下位に発達するゴマ塩状凝灰岩を示す。

3）Kr は東部では走向は NNE－SSW, 西部では走向は ENE－WSW を示し，勝浦北東から春日台にかけては走向は ENE－WSW を示す。Kr はいくつかの断層によってたちきられ，分布がずれると共にまた海面からの高さが場所により異なる。

4）Kr は石切の沢とその約0.5km 北西の合山の沢との間で，勝浦層から黒滝層中へ延長し，合山の沢では層位上不整合面の約8m上位に位置し，その西方約0.6km の市道鵜原荒川線との間で Kr の東方からの延長が消失している。

5）Kr は西方に位置するにしたがい各葉層の層厚が薄くなり，松部までは葉層の総計の厚さ（Kr の厚さ）約12m のものが，その西方約0.9km の石切の沢では厚さ約9m，合山の沢では厚さ約4.5mとなる。

6）Krは西方に位置するにしたがい構成する各葉層の岩相がわずかずつ変化し，黒滝層に近づく石切の沢では m3下部に軽石，スコリアのラミナを多く挟む厚さ約20cm の層状砂質凝灰岩が2層みられる。さらに合山の沢では凝灰質砂岩となる。

---

* Kr 自体10m前後の層厚を持つので，ここに記す不整合面までの距離は Kr の下位から約2/3にあたる KRm 下面からのものである。第2図の地質断面図に記してある Kr の位置もこれと同様である。

7) 地質断面図に示されるように Kr 層準を基準に考察すると東部の黒ガ鼻地域の黒滝層が層位上，最も下位で，したがって最も古く，そして分布範囲内の北西部地域に分布する黒滝層はより若い形成といえる。このことから黒滝層は同相異時堆積物であり，勝浦層と黒滝層との関係は同時異相の関係にある。また黒ガ鼻の黒滝層は一部の勝浦層の基底ともなっている。

8) 尾田（1975），西田（1977），前田・他（1979），川辺・他（1979）による諸事実と今回明らかとなった層位学的事実からして，房総半島に分布する黒滝層はほぼ鮮新世後期中頃～更新世初頭にわたる異なる時期に一連的に形成された含礫粗粒堆積物であるといえよう。

主要参考文献

AOKI, Naoaki (1968) : Benthonic Foraminiferal Zonation of the Kazusa Group, Boso Peninsula. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan. N. S.*, **70**, 238-266.

房総団体研究グループ (1964) : 黒滝不整合における削剝量とその意義，地質雑，**70**(812)，88-99.

房総研究グループ (1953) : 黒滝問題について (1). 地球科学，**15**，3-11.

藤田至則・陶山国男 (1952・53) : 小櫃川・養老川上流地域の中部鮮新統の堆積機構（その1，その2）. 地質雑，**58**(687)，553-561 ; **59**(688)，25-31.

池辺展生 (1947) : 武蔵野系について，地質雑. **53**(622-627)，91-92.

川辺鉄哉・福田鉄雄・川畑憲之・前田四郎 (1979) : 房総半島中部湊川・小櫃川流域の新生代後期黒滝層について. 地学雑，88，5(833)，1-15.

——・浜田成久・前田四郎 (1980) : 房総半島鴨原地域の黒滝層，地学雑（投稿中）.

衣笠善博・垣見俊弘・平山次郎 (1969) : 房総半島東海岸の小断層，地調月報. **20**(1)，13-38.

小池　清 (1949) : 房総半島中部の地質（II）. 東大立地研報，**3**，1-6.

——(1951) : いわゆる黒滝不整合について. 地質雑，**57**(667)，143-156.

——(1953) : 黒滝不整合こんごの問題. 地質雑，**59**(688)，33-34.

——(1954) : いわゆる層間異常の地史的意義について. 地質雑，**61**(723)，566-582.

——(1957) : 南関東の地質構造発達史（遺稿）. 地球科学，**34**，1-17.

小松直幹 (1958) : 砂がち互層の堆積する条件について. 堆積学研究，**18**，1-3.

前田四郎・沢野　弘・川辺鉄哉 (1979) : 房総半島の安野層からの石灰質ナンノプランクトン化石について. 地学雑，88，1(829)，20-28.

三梨　昂・他 (1961) : 日本油田・ガス田図4，富津―大多喜（5万分の1）. 地質調査所.

——・他 (1976) : 東京湾とその周辺地域の地質（10万分の1）. 地質調査所.

新妻信明 (1976) : 房総半島における古地磁気層位学. 地質雑，**82**，3，163-181.

西田史朗 (1977) : 南関東下部更新統の石灰質超微化石層序. 奈良教育大紀要，**26**，2，〔自然〕，19-38.

尾田太良 (1975) : 浮遊性有孔虫化石からみた房総半島上部新生界の古地磁気記録の時代的解釈. 地質雑，**81**(10)，645-647.

沢田秀穂 (1939) : 千葉県夷隅郡勝浦町・興津町・上野村・安房小湊町・天津町の地質. 地質雑，**46**(551)，445-450.

植田房雄 (1930) : 房総半島北部の地質.（摘要）. 地質雑，**37**(441)，250-253.

——(1933) : 房総・三浦両半島に発達する新生代地層の層序. 地質雑，**40**(483)，799-801.

脇水鉄五郎 (1901) : 農科大学千葉県下演習林地質予報. 地質雑. 8(97)，411-424 ; (98)，465-476.

——(1903) : 東京帝国大学農学部付属千葉演習林概要. 1-7.

(1980年2月15日受理)

地学雑誌 90, 1 (1981)

日本の新旧オフィオライトの岩石磁気学的特徴

登内正治* 古田俊夫* 小林和男*

Magnetic Properties of the Ophiolite Suites; Boso-Miura Peninsulas (Cenozoic) and Maizuru District (Paleozoic)

Shoji TONOUCHI, Toshio FURUTA and Kazuo KOBAYASHI

Abstract

Magnetic properties of the pillow basalts, dike basalts and ultramafic rocks of the ophiolite suite of the Boso-Miura Peninsula (Cenozoic) are compared with those of the ophiolite suite in the Maizuru district (Paleozoic). From the dike basalt of Boso Peninsula to the least altered dike basalts of Miura Peninsula and Maizuru district, the average intensity of the natural remanent magnetization (NRM) decreases from a maximum of 1.5×10^{-3} to 8×10^{-4} (emu/cc).

The Köenigsberger ratios (Qn) of these dike basalts range from 3.2 to 0.4. Thermomagnetic analyses for the dike basalts from the Cenozoic ophiolite suite exhibit the characteristic behavior of low temperature-oxidized cation deficient titanomagnetite or titanomaghemite.

In contrast the dike basalt of the Paleozoic ophiolite suite does not have a clear irreversible thermomagnetic curve. The pillow basalts of the Cenozoic ophiolite have NRM intensities from 3×10^{-3} to 6×10^{-4} (emu/cc) and Qn-values from 8 to 5. Thermomagnetic analyses of the Cenozoic pillow basalts are quite similar to those of the Cenozoic dike basalts. In the Paleozoic ophiolite suite of the Maizuru district, pillow stractures are not developed in the basalt, but auto-brecciated pillow basalt are present. These auto-brecciated pillow basalts have NRM intensities of abont 1×10^{-4} (emu/cc) and Qn-values of about 0.3.

The ultramafic rocks of the two ophiolite suites show wide range of NRM intensities from 1×10^{-3} to 1×10^{-4} (emu/cc). Thermomagnetic analyses of the ultramafic rocks have reversible thermomagnetic curves for pure magnetite.

I. はじめに

18世紀のはじめオフィオライトという用語が作られたが，ヨーロッパの地質学者の間でしか使われなかった。いわば世界的に一人前の用語として認められなかった語が，ここ10年，特に1970年代に入ってから盛んに使われだし，問題にされるようになってきた。それはこのオフィオライトが地質構造論，海底地殻成因論，プレートテクトニクス，マントル成因論，造山論，マグマ成因論等に今日問題になっている地質，地球物理のすべての分野になんらかの形で関連を持っており国際的に重要な研究テーマとなってきている

* 東京大学海洋研究所
Ocean Research Institute, University of Tokyo

からである。

岩石磁気学の分野でも，外国ではオフィオライトに関して徐々に報告がなされており，オフィオライト研究に大きく貢献している．日本では残念ながら現在のところ報告はなく，外国よりかなりの遅れをとっているのが現状である。岩石磁気学は地質構造の解明，地殻構造発達史を明らかにする研究としても有意義な一分野であり，その試みはいくつかなされている。オフィオライトはもとは海底に存在していたものが現在陸上に露出しているという，生成時から幾多の変遷を経て現在に至っていることが考えられ，その歴史を明らかにすることはオフィオライトの生成機構を解くことである。この手段として岩石磁気学を応用することは，地質学と異った角度からの考察が可能であり，同意点，相異点の比較がオフィオライト研究の飛躍となり，重要な研究分野と考える。

筆者らは，数年前からオフィオライトの生成機構，海底地磁気異常の成因等に関する研究をはじめた。我々は日本のオフィオライトについて岩石磁気学の立場から，まったく白紙の状態から手懸けたが，基礎的な研究を充分におこない，しっかりとした土台の上で研究を発展させることは重要であるとの意図のもとに研究を進めている。その基礎となる岩石磁気学的特徴が明らかになってきたので，日本の代表的なオフィオライトの時代的に新しいものと古いものについて報告する。

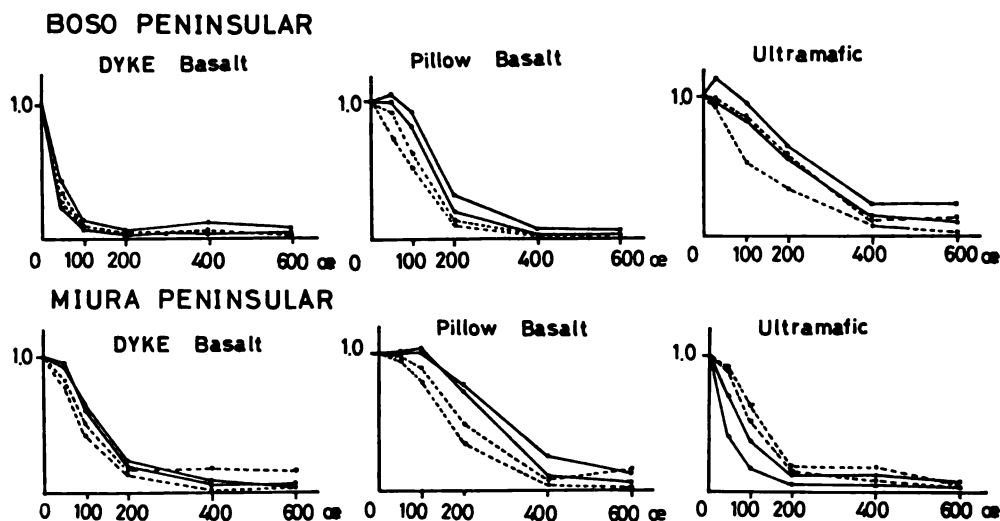
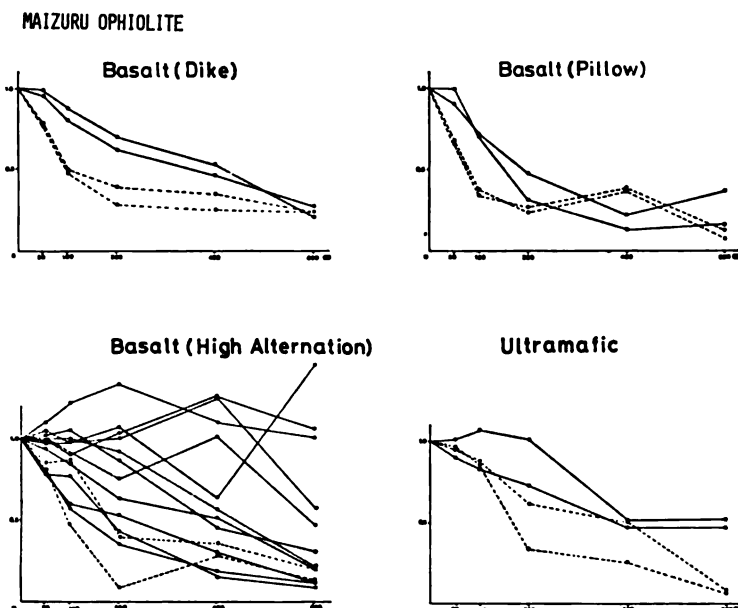
最近国内においてオフィオライトであると推定されるようになってきた新生代と古生代の新旧２地域のオフィオライトの岩石磁気学的特徴を明らかにするとともに，外国のオフィオライト，および DSDP の報告から海底玄武岩の岩石磁気学的特徴がわかってきたので，本論文では玄武岩岩脈，溶岩，超塩基性岩について日本のオフィオライトとの比較検討を加えながら考察をおこなう。

新生代の新しいオフィオライトは葉山―嶺岡隆起帯と以前から呼ばれていた地域の千葉県鴨川市から東京湾側の保田周辺を通り，三浦半島まで帯状に分布するオフィオライトで，房総半島から158個，三浦半島から98個の岩石試料を採集，実験をおこなった。年代については現在筆者らが玄武岩について求めているところであるが第三紀のものと考えられる。（小池 1957，河井 1957，UCHIDA and ARAI 1978）古生代の古い時代のオフィオライトは舞鶴地方に分布する夜久野オフィオライト（石渡 1978）と呼ばれるもので，59個の岩石試料を採集した。その時代は SHIBATA，IGI and UCHIUMI（1977）が K-Ar 年代で 241～278m.y. の５つの測定値を報告しており，古生代のオフィオライトである（平野 1969，黒川 1975，HIRANO 1977）。

この新生代と古生代の２つのオフィオライトについて，岩石磁気学の立場から，交流消磁，Qn-比，自然残留磁気，帯磁率，熱磁気分析，強磁性鉱物の組成，反射顕微鏡観察の結果についての考察を行う。

II. 交流磁場消磁

岩石磁化を地球科学研究に用いる場合には，岩石が獲得した自然残留磁化に，その後二次的な磁化が付加されるが，このような二次磁化を除去する操作，すなわち磁気クリーニングをする必要がある。最も普通に用いられる方法は交流磁場消磁であり，岩石試料をソレノイドコイル中に置き，次にソレノイドコイルに交流電流を流し，試料に交流磁場を作用させ次第に電流をゼロにする。この際ソレノイド軸方向に交流磁場がかかり試料の磁化は次第に減少する交流磁場の影響をうけ消磁される。また岩石試料をソレノイドコイル中であらゆる方向に回転させ，あらゆる方向に一様な消磁をおこなう。この時ソレノイドコイルはヘルムホルツコイル中に置き，地球磁場を打消しておく必要がある。このように消磁に用いる最大交流磁場の強さを増加させ横軸にとり，消磁後の試料の相対強度を縦軸にとると第１図，第２図に示されるような交流消磁曲線が得られ岩石試料の磁化の安定性が吟味できる。また安定性の目安として消磁された岩石試料の磁化の強度が消磁前の強度の半分になる時の最大交流磁場の強さを MDF（Mean Destructive Field）と呼び表示する。

第１図に示されるように新生代のオフィオライトの玄武岩は，玄武岩岩脈の方が30～150oe の MDF の

第１図　房総，三浦半島から採集されたオフィオライト岩石の交流消磁曲線図
横軸は最大交流磁場強度，縦軸は相対磁化強度
——NRM の交流消磁曲線　　····ARM の交流消磁曲線

第２図　舞鶴地方から採集されたオフィオライト岩石の交流消磁曲線図
横軸は最大交流磁場強度，縦軸は相対磁化強度
——NRM の交流消磁曲線　　····ARM の交流消磁曲線

値を示し，枕状溶岩の150～350oe の MDF の値より小さい。すなわち枕状溶岩の方が安定性の高いことがわかり，また同時に磁化の安定性に大きい影響を与える強磁性鉱物粒の大きさについては，枕状溶岩の方が玄武岩岩脈より小さい強磁性鉱物を含んでいると考えられる。超塩基性岩については，32個の試料の

交流消磁実験をおこなったが，ばらついた値を得た。これは試料ごとに磁化の安定性が異なり，含まれる強磁性鉱物の大きさにばらつきがあると推定される。

古生代の舞鶴地方のオフィオライトの結果は第2図に示されるが，枕状溶岩は分布しない(石渡 1978)ので自破砕溶岩を採集し，測定をおこなった。玄武岩に関しては，新生代の玄武岩の特徴とは異なり，玄武岩岩脈も自破砕溶岩も大きい MDF の値をもつ。本地域は玄武岩が変成作用を全体的に受けており，そこでもっと詳細に交流消磁実験の結果を得る目的で，ブドウ石―パンペリ石相から角閃岩相の著しい変成を受けた武玄岩岩脈を採集し測定してみた。第2図に示すように種々の消磁曲線の模様が描かれ安定性の高いものから低いものまで存在するという結果を得た。上記の玄武岩岩脈，自破砕溶岩についても，試料採集時には肉眼的に変成作用をあまり受けていないと思われる岩石試料を採集したが，変成作用を実際には受けていることが考えられ，変成作用の時獲得された安定な化学残留磁気が玄武岩の磁化の種類であるとも考えられる。超塩基性岩に関しては，新生代のものと同様，安定の高いものと低いものが存在する。直流磁場と交流磁場を同時に試料に作用させることにより，ARM (Anhysteretic remanent magnetization) と呼ばれる残留磁化が作られる。すなわち直流磁場と同時に交流磁場を作用させ後者を次第に減少させゼロにした後に直流磁場をきると安定な残留磁化が得られる。この試料が獲得した ARM を交流消磁することによって得られる消磁曲線は試料中の磁性鉱物の大小に大きく影響され安定性の高いものすなわち磁性鉱物の小さいものは ARM の MDF も大きい。測定結果については第1図，第2図の中に点線で記入した。この ARM の実験は最大交流磁場1000oe, 直流磁場0.45oe で測定を行なった。新生代の玄武岩については，上記の NRM の交流消磁の結果と同じように枕状溶岩は玄武岩岩脈より MDF が大きく，岩石中に含まれる強磁性鉱物粒の大きさが小さいことがわかる。超塩基性岩に関しては，MDF の値が試料によりばらつき，安定性の高いものから低いものが存在することがわかる。

古生代のオフィオライトに関しては，玄武岩岩脈と自破砕溶岩はほぼ同じ MDF の値を有し，含まれる強磁性鉱物粒の大きさが，同じくらいであることがわかる。超塩基性岩については，新世代のオフィオライト同様値がばらばらである。

III. 自然残留磁化

採集された試料の自然残留磁化 (NRM) 強度は Shonstedt 社製のスピナーマグネットメーターにて測定され，その結果は第1表，第2表に示す。

第1表　嶺岡，三浦半島から採集された新生代オフィオライトの磁気学的特徴

Mineoka and Miura Ophiolite

Rock Name	N	Jn (10^{-4} emu/cc)	K (10^{-4} emu/cc)	Qn	x-value	Tc (°C)	
						Tc 1	Tc 2
Mineoka							
Dike Basalt	35	15.15	42.81	0.79	0.73	325	550
Pillow Basalt	38	20.37	13.10	3.46	0.73–0.78	470	545
Picrite Basalt	19	18.67	3.57	33.39	—	425	
Dunite	23	2.29	4.45	1.14	0.00–0.10	570	
Hartzburgite	21	1.38	6.05	0.51	0.00–0.10	570	
Hornblend-Gabbro	22	2.52	4.10	1.36	0.00–0.15	—	
Miura							
Dike Basalt	52	8.78	4.96	3.92	—	455	560
Pillow Basalt	21	5.96	6.08	8.43	—	560	570
Hartzburgite	25	3.23	14.04	0.51	0.00–0.17	575	

第2表 舞鶴地方から採集された古生代のオフィオライトの岩石磁気学的特徴

Maizuru Ophiolite

Rock Name	N	Jn (10^{-4} emu/cc)	K (10^{-4} emu/cc)	MDF (Oe)	Qn	Tc (°C)	Lattice const. (Å)
Dike Basalt	15	8.18	45.03	200–450	0.44	550	8.3832
Pillow Basalt	7	1.34	10.78	150–200	0.29	550	8.3941
Dike Basalt (Hight Alternation)	18	0.05	1.69	120	0.04	—	—
Serpentinite	6	4.21	6.45	400	1.45	555	8.3930
Hartzburgite	5	6.11	11.32	90–180	1.17	560	8.3903
Dunite	5	10.72	13.32	120–270	1.53	565	8.3935
Cortlandite	3	6.12	3.24	100–160	1.18	560	8.3945

房総半島の玄武岩岩脈，枕状溶岩とも 2×10^{-3}～ 3×10^{-4} (emu/cc) で枕状溶岩の方が平均値で少し強い値を得る。三浦半島の玄武岩は房総半島の試料より低い値を示すが，採集された岩石が風化作用を少し受けており，それによる磁化強度の減少が考えられる。超塩基性岩は NRM 強度にばらつきがある。

古い時代の舞鶴地方のオフィオライトは玄武岩については，自破砕溶岩が弱い NRM 強度を示し，また著しく変成作用を受けた玄武岩岩脈も低い値を示す。玄武岩岩脈に関しては，風化作用を受けている三浦半島の試料と同じくらいの NRM 強度の値である。これは房総半島の試料に比較して小さい値であり，変成作用の影響と，生成年代が古いことによる磁化強度の減少を考えることは可能であるが有意な差があるほどではない。超塩基性岩に関しては 3×10^{-4}～1.2×10^{-3} (emu/cc) と比較的大きい値を示す。

玄武岩について，外国のオフィオライトと比較すると，新旧2つの本報告のオフィオライトとも，自破砕溶岩を除くと類似している (LEVI and BANERJEE 1977)。超塩基性岩は世界のものも低い値を示すものと高い値を示すものとがあり，比較しにくい点はあるが，ばらついた NRM 強度の値を得る点では類似する。海底の玄武岩と比較すると小さい NRM 強度の値を示すが (IRVING et al., 1970)，世界の他のオフィオライトの玄武岩も低い値を示すので，陸上にオフィオライトが露出することによる風化，変成作用の影響があると推定される。

IV. 帯磁率

採集された試料の帯磁率は Bison 社製の Magnetic susceptibility meter にて測定され，その平均値を第1表，第2表に示す。帯磁率は岩石の単位体積中に含まれる強磁性鉱物の含有量に比例すると近似的に考えてさしつかえない。

新生代のオフィオライトについては房総半島の玄武岩は 6×10^{-3}～1.0×10^{-3} (emu/cc) の値を示し，玄武岩岩脈の方が枕状溶岩より大きい値が得られる。三浦半島の試料については，玄武岩は 3×10^{-4}～ 8×10^{-4} (emu/cc) の値を示し，房総半島の玄武岩に比較してかなり低い値が得られる。上記の NRM 強度の減少と同様に風化作用の影響が考えられる。超塩基性岩については房総，三浦半島ともばらついた値を示す。

古生代の舞鶴地方のオフィオライトについては，玄武岩岩脈は約 5×10^{-3} (emu/cc) を示し，自破砕溶岩は約 1×10^{-3} (emu/cc) を示しこれも大きい値を示す。玄武岩中の強磁性鉱物の含有量が多いことがわかる。超塩基性岩は 3×10^{-3}～ 3×10^{-4} (emu/cc) とばらつきが目立つ。

以上の各地域の帯磁率の結果と前項までの結果を加えて考察すると，枕状溶岩は玄武岩岩脈と比較して帯磁率が小さいにもかかわらず，NRM 強度が大きいことは，含まれる強磁性鉱物の量は少ないが，その粒子の大きさが小さいことが考えられ，Q-比，交流消磁の結果で得られた安定性がよく，古地磁気学試料

としては有効であることが裏付けされる。自破砕溶岩に関しては帯磁率が比較的大きいのに NRM 強度が約 1×10^{-4} (emu/cc) という値を示し，また安定性が高いという矛盾する点が残る。超塩基性岩については帯磁率も NRM 強度もばらつきが目立つ。これは試料ごとに含まれる強磁性鉱物量，大きさに相違があると考えられる。帯磁率については，世界の他のオフィオライトと比較してみると (LEVI and BANERJEE 1977)，古生代の舞鶴地方の自破砕溶岩，著しく変成した玄武岩岩脈を除いては類似しているといえる。海底の玄武岩よりはやや小さい値を示す。

V. Q-比 (Königsberger ratio, Qn)

残留磁化と現在の地球磁場での誘導磁化との比は Q-比または Königsberger ratio と呼ばれ岩石磁化を取扱う場合の基本的な量のひとつである。

$$Qn=Jn/KH$$

(K：帯磁率，H：地球磁場，Jn：自然残留磁化)

Q-比の大きいものほど，岩石磁化に占める残留磁化の割合が大きいことを示し，古地磁気試料としては有効である。縦軸に試料の数，横軸に Qn 値を対数スケールでとって示すと第3図の結果を得る。

第3図　新生代，古生代のオフィオライト岩石のQ-比
横軸はQ値の対数値，
縦軸は試料の個数頻度

新生代の房総半島のオフィオライトについては玄武岩については枕状溶岩の方が玄武岩岩脈より大きい値を示し，交流消磁の結果とよく合う。Q-比は大きいもので10を越えるものもあり，小さいものでも1に近く古地磁気的試料としては有効である。超塩基性岩についてはQ-比が 0.01～4 でばらつきが目立つ。古生代のオフィオライトについては，玄武岩は自破砕溶岩，玄武岩岩脈ともQ-比が1を越えるものは存在せず，古地磁気試料としては信頼性が小さい。著しく変成をうけた玄武岩は Q-比が 0.1 以下であり古地磁気試料として使用することは危険である。超塩基性岩は1以上の値を得た。

このQ-比の結果については新生代のオフィオライトはキプロス，トロードス，マッコーリー島のオフィオライトに類似する (BUTLER and BANERJEE 1973. LEVI and BANERJEE 1977)。

古生代の変成作用を受けたものは，外国のオフィオライトでも変成作用を強く受けたものに類似する。海底の玄武岩 (IRVING et al 1970) に比較すると房総，三浦半島の玄武岩は低く，陸上に露出することによる，風化作用，変成作用の影響が出ているとも考察される。

VI. 熱磁気分析

強磁性鉱物の磁化温度曲線をしらべることにより，その鉱物の同定をはじめ，さらにその鉱物が置かれてきた物理的，化学的な環境や残留磁化の安定性についての手懸りを得ることができる。測定装置は島津製作所製磁気天びん MB-2 型を使用。毎分 6°C の温度上昇をさせ，650°C まで加熱し，温度下降も同じ速度で測定した。測定は 10^{-5} Torr の真空中で行なった。その結果得られた磁化温度曲線についての考察を加える。

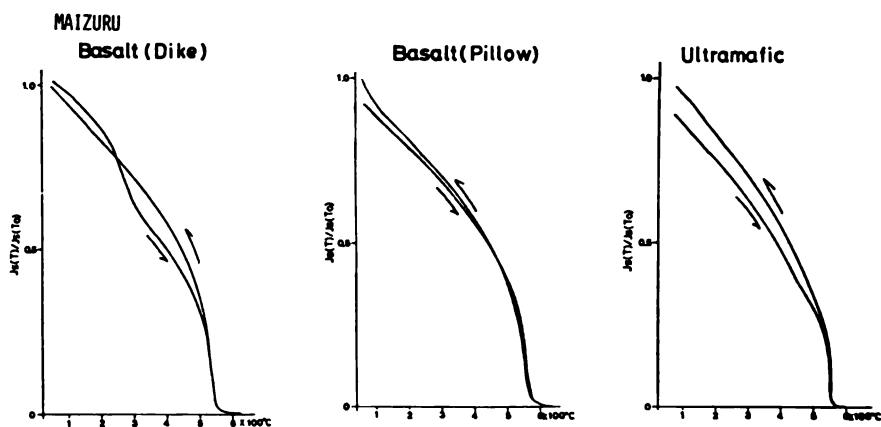
新生代の房総，三浦半島の玄武岩は第4図に示されるように，はじめのキューリー点 (T_{C1}) は350°C～450°C で，さらに加熱すると約580°C (T_{C2}) のキューリー点を得る。飽和磁化も加熱実験後大きくなり，非可逆的な磁化温度曲線を示し，明白に低温酸化を受けていることがわかる。チタンに富む玄武岩中の強磁性鉱物は晶出時には β 相であったものが低温酸化を受けてチタンに富む γ 相に変化したもので，言いかえ

MIURA PENINSULAR

Basalt (Dike)　Basalt (Pillow)　Ultramafic

1.0

0 200 400 600 °C　0 200 400 600 °C　0 200 400 600 °C

第4図　房総，三浦半島から採集されたオフィオライト岩石の磁化温度曲線図
横軸は温度，縦軸は加熱後の磁化強度に対する相対強度　測定は 10^{-5} torr の真空中で行った

第5図　舞鶴地方から採集されたオフィオライト岩石の磁化温度曲線図
横軸は温度，縦軸は加熱後の磁化強度に対する相対強度。測定は 10^{-5} torr の真空中で行った

れば，玄武岩の生成時に強磁性鉱物は高温酸化を受けずに，二次的に低温酸化を受けたことが考えられる。さらに水の存在は低温酸化に好都合で，この地域の玄武岩が海底で生成されたことが推定される。超塩基性岩については可逆的な磁化温度曲線が得られ，さらにキューリー温度が580°Cを示すことは岩石中に含まれる強磁性鉱物は純粋なマグネタイトかもしくはそれに近いものと考えられる。

古生代のオフィオライトの玄武岩は第5図に示すごとく自破砕溶岩は可逆的な磁化温度曲線が得られる。また玄武岩岩脈は房総，三浦半島の玄武岩のように明白な非可逆的な磁化温度曲線は示さないが，低温酸化を受けているらしいことが推定される。これは岩石中の強磁性鉱物の一部が変成作用の時，二次的に晶出した純粋なマグネタイトであると考えると考えやすく，自破砕溶岩中の強磁性鉱物も変成作用の際の二次晶出したマグネタイトであると考えれば磁化温度曲線が可逆的であることは理解できる。超塩基性岩は含まれる強磁性鉱物が純粋なマグネタイトに近いものであることがわかる。

世界のオフィオライトと比較すると房総，三浦半島の試料ほど鮮明に非可逆温度曲線を示すものはマッコーリー島の枕状溶岩に見られるが（LEVI and BANERJEE　1977）他のオフィオライトも低温酸化しているのはわかる。海底の玄武岩はほぼ9割が非可逆的な磁化温度曲線を示し，（KOBAYASHI et al.　1979, JOHNSON and HALL　1978）三浦，房総半島の玄武岩に類似している。

第6図　房総，三浦半島から採集されたオフィオライト岩石試料の TiO_2-FeO-Fe_2O_3 の相図とキュリー温度の相関図
(a)：●は玄武岩岩脈，○は枕状溶岩を示す
(b)：●は超塩基性岩を示す

VII.　強磁性鉱物の組成

房総，三浦半島の新生代のオフィオライトの試料についてはマイクロプローブによる分析を行なった。測定には日本電子工学 JXA-5 型を使用。一般にチタノマグネタイト系列におけるウルボスピネルのしめる分子比を x-value として表示するが，

$$x\,Fe_2\,TiO_4\cdot(1-x)Fe_3\,O_4$$

と示すことができる。第1表に x-value の測定結果を示す。房総，三浦半島の玄武岩の x-value を得たが0.73～0.78の値を示し，玄武岩としては大きい値である。この x-value の測定値と磁化温度曲線から得られるキューリー温度の結果から，TiO_2-FeO-Fe_2O_3 の三角ダイアグラム（OZIMA and SAKAMOTO 1971）にプロットしてみると第6図に示される位置にある。超塩基性岩に関しては x-value が0.00～0.04であり純粋なマグネタイトであるか，ごくこれに近い強磁性鉱物が岩石に含まれていることがわかる。

古生代の舞鶴地方のオフィオライトについてはX線分析を行ったが，自破砕溶岩に関しては第2表に示されるように，格子定数が純粋なマグネタイトに近く，熱磁気分析の結果で示されるように変成作用の時生成された二次晶出の強磁性鉱物であると考えられる。しかし玄武岩岩脈は純粋なマグネタイトに近い格子定数は示していない。

VIII.　反射顕微鏡観察

強磁鉱物の反射顕微鏡観察は約120枚の研磨薄片を作成し，観察をおこなった。代表的な反射顕微鏡写真を写真1に示すが，今まで述べた実験結果とよく合うことがわかる。玄武岩岩脈は含まれる強磁性鉱物の粒度は約50～200μ であるが（写真1a），枕状溶岩は1～50μ のものが（写真1b）ほとんどである。枕状溶岩が形状，熱磁気分析，組成の結果，また炭酸塩鉱物の存在から海底で直接海水に接して生成さ

写真1 (a) 房総半島から採集された玄武岩岩脈の反射顕微鏡写真
(b) 房総半島から採集された枕状溶岩の反射顕微鏡写真
(c) 三浦半島から採集された超塩基性岩の反射顕微鏡写真 変成したかんらん石の周囲に、二次的に純粋に近いマグネタイトが晶出している
Mt はマグネタイト，およびチタノマグネタイトを示す

れ，その生成に枕状溶岩中の強磁性鉱物の結晶が急冷され小さく生成されたことが考えられる。その結果，交流消磁，Q-比，NRM の強度に示されるように磁化の安定性のよい，すなわち古地磁気的に有効な試料であることがわかる。超塩基性岩については組成，熱磁気分析の結果から岩石に含まれる強磁性鉱物は純粋なマグネタイトであり，試料により大きいものは300～500μ のマグネタイトが含まれるが，写真1cに示されるようにカンラン石が変成作用の際蛇紋岩化する時に結晶の周辺に二次的にマグネタイトを晶出する。このマグネタイトは比較的小さいものが帯状に点々とできる。このようにマグネタイトの大きいものを含む試料と二次的に晶出した小さいものを含む試料の両方があり，その結果が Q-比のばらつき，MDF のばらつき，NRM 強度のばらつきに影響を与える。なお舞鶴地方の自破砕溶岩については含まれる強磁性鉱物の粒度は大きくなく，他の実験結果と合せて考察するとまた疑問点が残されている。

IX. まとめ

(1) 新生代の房総・三浦半島に分布するオフィオライトの枕状溶岩は MDFで150～350oe の値を得る。また Q-比で3～8の値を示し，安定性の大きい古地磁気的に有効な試料である。NRM 強度は約 2.0×10^{-3} (emu/cc) であるが風化作用を受けた三浦半島の試料はその値がやや小さい。強磁性鉱物の組成は x-value で 0.78～0.73というチタンに富んだチタノマグネタイトもしくはそれが酸化したものである。磁化温度曲線が明白な非可逆曲線を示し，低温酸化を受けている。顕微鏡下での観察から含まれる強磁性鉱物の粒度は1～30μ のものがほとんどであり，MDF, Q-比が大きいことが説明できる。また炭酸塩鉱物の存在は低温酸化を受けていることと合せて考えれば，枕状溶岩が海底で直接海水に接しながら生成されたことが推定される。

(2) 玄武岩岩脈は新生代のオフィオライトでは40～150oe の MDF を得て，安定性に欠ける。古生代のオフィオライトは変成作用を受けていて，350～400oe の大きな MDF の値を示す。これは自然残留磁気の種類が，強磁性鉱物が二次的に晶出した際に獲得した化学残留磁気 (NAGATA and KOBAYASHI 1963) と考えられる。NRM 強度は新旧両オフィオライトとも 1.5×10^{-3}～ 8×10^{-4} (emu/cc) の値を得る。また帯磁率が 4×10^{-3}～ 5×10^{-4} (emu/cc) と大きく岩石中の強磁性鉱物の含有量が枕状溶岩より多いことがわかる。マイクロプローブの分析による強磁性鉱物の組成は新生代のオフィオライトは約0.73の x-value を示し，チタンに富んでいることがわかる。また新生代のオフィオライトは明白な非可逆的な磁化温度曲線を示し，低温酸化をうけていることを示唆し，海底での生成が推定されるが，古生代のオフィオライトについては強磁性鉱物の格子定数と熱磁化曲線が非可逆曲線を示していないことから，変成作用の影響が卓越していると考えられる。

(3) 舞鶴地方のオフィオライトの自破砕溶岩についてはMDFが約200oeと大きく，帯磁率に対してNRM強度が弱く，その結果として Q-比も小さい。磁化温度曲線も可逆的で，格子定数の値からもこれらの強磁性鉱物は純粋なマグネタイトに近く，岩石の残留磁化を負っていると考えられる。したがって NRM の種類も化学残留磁化が卓越していると考えられる。

(4) 超塩基性岩は含まれる強磁性鉱物の粒度が試料により差があり，MDF, NRM 強度，Q-比，帯磁率等のばらつきの原因となる。特に変成作用の時，二次的に晶出した純粋に近いマグネタイトは小さいものが多く，このようなものを含んだ試料は安定性が大きい。新旧両オフィオライトとともに含まれる強磁性鉱物は，格子定数，x-value, 磁化温度曲線の結果から純粋なマグネタイトに近い組成のものであろう。

(5) 世界のオフィオライトと日本の二地域のオフィオライトと比較すると，新生代のオフィオライトは類似していると言えるが，全体的に変成作用を受けている舞鶴地方の夜久野オフィオライトは異なる点がある。また，海底の玄武岩と比較すると新生代の房総・三浦半島のオフィオライトは NRM 強度，帯磁率がやや小さい値を示すが，Q-比，熱磁気的性質はよく類似している。

以上述べたように新しい時代のオフィオライトは海底生成時より，陸上にのし上げられているが岩石磁気的性質を大きく変えていないで存在している。それゆえに房総・三浦半島に分布するオフィオライトのテクトニクスを論ずる上で古地磁気学的方法はきわめて有効な手段と成り得る。一方変成作用や変質を大きく受けている古い時代の舞鶴地方のオフィオライトは岩石磁気的性質に於ても変質されていると思われる。しかし吟味を重ねていろいろな岩石磁気的性質を組み合せて論ずれば，必ずしも古地磁気的方法が意味を持ち得ないとは断言できない。今後の問題として充分検討の余地はありそうである。

謝　辞

舞鶴地方の夜久野オフィオライトの岩石採集の際，石渡　明氏（東大・理学部）には現地に同行していただき，多大な協力を頂いた。また本研究中，機会ある毎に討論して頂き，さらに地質学の面で終始御指導して頂いた藤岡換太郎氏（東大・海洋研）に厚く御礼申し上げる。以上の方々に深甚の謝意を表する。

引 用 文 献

BUTLER, R. F. and BANERJEE, S. K. (1973) : Magnetic Properties of Exposed Oceanic Crust on Macquarie Island. *Nature. phys. sci*, **244**, 115-118.

平野英雄 (1969) : 福井県大島半島の超塩基性岩，地質雑，**75**, 579-589.

HIRANO, H. (1977) : Genesis of hartzburgite-and whrlite-series ultramafic rocks in the Maizuru belt, *Japan. J. Geol. Soc. Japan*, **83**, 707-718.

IRVING, E., PARK, J. K., HAGGETY, S. E., AUMENTO, F. and LONCAREVIC, B. (1970) : Magnetism and opaque mineralogy of basalts from the mid-Atlantic ridge at 45°N. *Nature*, **228**, 974.

石渡 明 (1978) : 舞鶴帯南帯の夜久野オフィオライト概報. 地球科学, **32**, 707-718.

JOHNSON, H. P. and HALL, J. M. (1978) : A detailed rock magnetic and opaque mineralogy study of the basalts from the Nazaca Plate. *Geophys. J. Roy. Astron*, **52**, 45-46.

KOBAYASHI, K., STEINER, M., FALLER, A., FURUTA, T., ISHII, T., SHIVE, P. and DAY, R. (1979) : MAGNETIC MINERALOGY OF BASALTS FROM LEG 49. *Initial Rep. DSDP. Leg.* **49**, 793-805.

河井興三 (1957) : 千葉県鴨川町付近の地質, 石油技協誌. **22**, 190-197.

小池 清 (1957) : 南関東の地質構造発達史. 地球科学, **34**, 1-17.

黒川勝己 (1975) : 中国帯, 舞鶴東部地域における本州地向斜と超苦鉄質岩の活動. 地団研専報, **19**, 57-69.

LEVI, S. and BANERJEE, S. K. (1977) : The effects of alteration on the natural remanent magnetization of three ophiolite complexes : Possible Implications for the Oceanic Crust. *J. Geomag. Geoelectr*, **29**, 421-439.

NAGATA, T. and KOBAYASHI, K. (1963) : Thermo-chemical remanent magnetization of rocks. *Nature*, **197**, 476-477.

OZIMA, M. and SAKAMOTO, N. (1971) : Magnetic properties of synthesized titanomaghemite. *J. Geophys. Res*, **76**, 7035.

SHIBATA, K., IGI, S. and UCHIUMI, S. (1977) : K-Ar ages of hornblendes from gabbroic rocks in South-West Japan. *Geochem. J*, **11**, 57-64.

UCHIDA, T. and ARAI, S. (1978) : Petrology of ultramafic rocks from the Boso Peninsula and the Miura Peninsula. *J. Geol. Soc. Japan*, **10**, 561-570.

(1980年10月1日受理)

地学雑誌 90, 1 (1981)

エドムンド・ナウマン著“江戸平原論”について

杉原重夫* 横山秀司**

Notes on Edmund NAUMANN's “Über die Ebene von Yedo”, 1879

Shigeo SUGIHARA and Hideji YOKOYAMA

I. まえがき

ナウマンは1879年，“Über die Ebene von Yedo. Eine geographisch-geologische Studie.” (*Pet. Geogr. Mitt.*, *Bd.* 25, S. 121～135) を発表した。この年彼は25歳，来日5年目にあたり，8月に東京大学を辞し，内務省地理局地質課に移るまでの約1年間，休暇をとって帰国していた。明治初期の関東平野の地学論文としては，ダビット・ブラウンスの“Geology of the Environs of Tokio” (1881)，ことにその日本語訳“東京近傍地質編” (1882) が広く知られ，事実また日本の新生代の研究はブラウンスに始まるとしたものが多い〔たとえば“日本地質学会史” (1968)，“日本の第四紀研究” (1977)〕。しかし“東京近傍地質編”中で，ナウマン論文はすでに“東京平原論”と訳され，——ここでは原文通り“江戸平原論”とするが——ブラウンスはナウマンの江戸平原の形成過程や年代に関する見解に反論を展開しているのである。そのためか，それにもかかわらずというべきか，“江戸平原論”の内容はいまだかって紹介されたこともなく，その存在すら，触れたものは皆無ではなかったが〔岡山俊雄 (1967)，貝塚爽平 (1979)〕，ほとんど忘れられはてていた。

第1図 Das jetzige Tokio

ナウマンの“江戸平原論”は，今日で言う平野の歴史地理あるいは地形発達史の研究の先駆的業績として，興味ぶかい内容をもっている。もちろん，ナウマンが利用した古地図や古文書の資料的価値，地層の年代観，平野地形の形成過程の記述などには，100余年後の今日から見れば，明らかに誤りと考えられるところも疑問もあるが，一方，その着想や理論の展開には今日なお新鮮さを失なわないところがある。またナウマンは“江戸平原論”中で，関東平野の地形や地質を多方面から考察していて，明治初期に関東平原の地学的現象の，何がどの程度まで明らかにされていたかをうかがい知ることのできる，数少ない文献である。それらの点から，あえて紹介を試みる次第で

* 明治大学文学部
Faculty of Literature, Meiji University
** 明治大学・院
Graduate Student of Meiji University

ある。

ただ，惜しいことに，ナウマンの記述する地名や人名や年号には，誤りが少なくない。日本語文献の内容を，検討を加えずにそのまま独文に移したと判断されるところも多い。参考にされている文献の多くは，ナウマン自身が調べたというより，助教の和田維四郎等に読んでもらい，その内容を整理したものと推測される。明らかに誤りと考えられるものはできるだけ正したが，記述されている地名や場所が現在のどこに当たるか明確でないものを，原文のまま紹介したようなところもある。

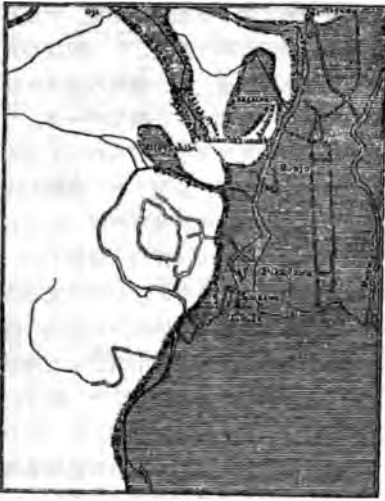
細字で大判15ページの原文は，全文書き流しで章節の区分は全くない。地図，古地理図，地質断面図，簡単な露頭スケッチ合計6図をふくむ。本稿ではナウマン論文を内容から7章に分けて解説する。主に横山が原文を翻訳し，杉原がその内容の検討と解題に当った。紙数の関係から『‥‥』で示したナウマン論文の訳文は，意訳をふくむ抄訳である場合が多い。解説者の注のうち，短いものは角括弧〔　〕をつけて本文中に挿入した。

II. 江戸平原の概観と歴史地理学的考察

ドイツ人ナウマンの眼には江戸平原と首都東京はどのように映ったであろうか。『富士山の偉容を望み見ることが出来る13カ国のうちで，武蔵の東部と下総の国は目立つほど高い土地ではない。古歌に「武蔵野は月の入るべき嶺もなし尾花が末にかかる白雲」〔大納言通方〕とよまれた通り，そこには山がない。紀元360年に天皇の使者が派遣された頃，武蔵野は自然のままの未開の土地であった。今やその景観は，往昔の茫々たるとりつく島もないうら寂しさとは打って変わって，広い平原の湾の縁辺には帝都が位置し，そこから国内の各方面に通ずる街道は，平坦で人口の稠密な地帯を貫いて延びている。』ナウマンはまた，議事堂等の建造物のある地区を閉ざす内堀や，市街地をめぐる外堀などの水路が，隅田川や多摩川と結ばれて東京を大きく取り囲んでいることに興味を示した。さらに，品川―芝―溜池―工学寮〔霞ケ関にあった〕‥‥へと連続する台地の存在や，上野―根岸付辻の台地が隅田川右岸に沿う段丘であることに注目して，東京が山の手と下町の2つの地形要素からなり，前者は西へ徐々に高くなることを明らかにしている。

ナウマンが“江戸平原論”を書いた頃の官撰地図としては，参謀本部地理課が明治11～12年に作成した軍管図（21万6千分の1）や内務省地理局地誌課の明治11年の実測東京全図（4万3千分の1）があるだけで，関東地方の2万分1の迅速図は，明治12年からようやく作成され始めた。したがって東京の等高線図式の地形図はまだなかった。そういう時代にナウマンは，古地図等を利用して，海岸線の変遷を中心とする地形の記述を行なっている。

まずナウマンは，海藻である *Porphyra vulgaris Ag.* が隅田川の地名にちなむ“浅草のり”として売られている事実に注意し，古い時代には浅草付近までが海であったのではないかと疑い，『事実その通りであった』ことを確かめている。この浅草と下総の間の広い湾内に隅田川の三角州が発達した過程に関して，ナウマンが参考にしたのは“大江戸図説集覧”（嘉永6年，橋本兼次郎原稿・絵図）注1）である。江戸の歴史を述べた冒頭の文章もこの文献からの引用である。この本は江戸の歴史を地名や寺社にまつわる伝説を中心に記述したものである。江戸湾が今よりも北に拡大していたことの証として，将監時代(1028～1036年)に源頼信が忠常を攻めるために，隅田の渡し付近から浅瀬づたいに下総に渡ったとの言い伝えを，ナウマンは本書から引用している。

しかし最も興味を示したのは，この書に添付の“江戸往古地図”と“永禄年間江戸図”との2枚の地図である。ナウマンは鳥瞰的表現方法をとるこの2枚の地図から，江戸湾の海岸線を明治初期の地図（第1図）に写しとっている。このうち“江戸往古地図”を長元（11世紀前半）の図（第2図）と名づけ，その地形の描写は著しく幼稚で信頼性が薄いとしながらも『海は現在の隅田の渡しを越える付近まで達していた。当時の隅田川河口は，現在の河口より3マイル上流で東から南へと向きを変えるところにあった。北部浅草，豊島郡の町の部分，蓑輪，三河島，根岸，上野そして南部浅草はひとつの島を形成していた。その島に

第２図　Die Sumidagawamündung in den Jahren Chogen (1028-1036)

第３図　Die Sumidagawamündung in der Zeit Eroku (1558-1569)

は比較的狭い入江によって海と結ばれた湖があった。長く浅い谷が本郷と駒込の台地の間，上野と根岸の台地の間に延びており，まだ海水が侵入していた。運河はここを通って，川と海を結んでいた。この東側には浅草島があった』と，昔の浅草付近の入江の状況を考察している。

また“永禄年間江戸図”，すなわち永禄の図(第３図)では，『隅田川と江戸川の間の土地はかなり(2.5マイル以上)前進した。深川はまだ海面下にあった。‥‥隅田川から王子を通って上野まで延びていた広い谷〔谷田川の谷と推定される〕は著しく狭くなり，現存する不忍池がその面影を残しているにすぎない。浅草島の長い港から始まる姥ケ池は，狭い出入口によって隅田川と結ばれていた。現在の水戸屋敷付近には神田川池という広い池があり，両国橋の西には小玉ケ池があった。そして隅田川河口は両国橋のところにあった。築地はまだ島である。すでに人工の運河網によって川・池・湖が結ばれていた』と，500年の時の経過とともに，隅田川の三角州が著しく発達したことを読みとっている。それに関連して，1596～1613年の家康による江戸城建造，1624～1643年の間に江戸は日本最大の都市となったこと等にもふれている。

ナウマンは上記２枚の地図のほかに，雑誌〔誌名の記載なし〕に添えられた1682年の地図を手に入れている。そして，この地図ではこれ以前の地図と比べて，『深川の南に幅1/4～1/8マイルの海岸がつぎたされただけで，今日の江戸湾の海岸線とほとんど変わっていない』ことを指摘している。なお，このような海岸線の変化には，人工によるものも少なくないことを，ナウマンは実例を挙げて述べ，その他の重要な埋立については，努力したにもかかわらず解明できなかったと言っている。

III.　江戸湾の後退とその原因

ナウマンは，古地図から知ることができた海岸線の変化を，人為的作用を除けば，河川の堆積作用による三角州の成長と長期にわたる隆起の２つの作用が複合した結果と考えた。そして，深川付近を例にとって三角州の形成条件を考察している。

まず一般に，潮汐がたえず影響を及ぼしているところや，沿岸に砂堤がない場所では三角州は形成されにくいと考えられる。そこで伊豆大島と横浜付近の満潮時の潮位を比較すると注2)，大潮でも小潮でも横浜付近の方が大きいことがわかる。これは地形的な制約によって，満潮時の海面が広い海域よりも湾内の方で高くなるためである。そこで満潮時には河口から侵入した海水が川の流れを停滞させて運搬物を沈殿させる。しかし干潮になると，この沈殿物は再び運ばれて湾内の広い地域

に拡散するので，三角州が形成されにくいのであるという。ところが，日本では6月から7月に河川の水量が増加するために，多量の堆積を運ぶことができる。また洪水時には水位が満潮時よりも高くなることから，潮汐の影響は著しく小さくなり，三角州が形成されやすいとしている。さらに江戸湾北部では，海底に海底砂州の高まりがあり，これが引潮の際に堆積物をより深い海底に移動させることをさまたげるが，それも三角州が発達しやすい条件となっているとしている。

次に，江戸平原が最近の地質時代に隆起した証拠として以下の事項をあげている。『その第1は新鮮な貝の堆積層が，海面より高いところに存在すること，第2は横浜付近の崖で高さ10mのところに穿孔貝の巣穴が認められること，第3に東京・横浜付近の崖の状態，第4に金沢付近の急崖に一列に並んだ海食洞の存在，第5にこのような隆起を裏づける現象と一致した江戸平原の地形』。ナウマンが隆起の証拠としたものには，現在から見ればさまざまの地質時代のものが含まれている可能性がある。しかしナウマンは江戸平原の地形と古生物学的な証拠を結びつけて考えようとしているのである。そして江戸平原は，地層が規則的でほとんど攪乱されていないことや，地形がこのような地層の状態と調和的なことから，非常に長期間にわたって一様に隆起したものであるとした。したがって，江戸平原では『最も新しい陸地は最も低いところに位置し，最も古い陸地は最も高いところに位置する。東京の陸地の前進は大部分が長期にわたる隆起の結果であることを，これらの事実のすべてが証明している』と結論している。現在，江戸平原の地形は海進・海退（相対的な沈降・隆起）の繰返しによって形成されたと考えられており，この点ではナウマンの見解とはかなり異なるが，『古い陸地ほど高いところにある』ということは，換言すれば，“古い地形面ほど高位にある”ということで，段丘地形の成因的原則の考察・究明が，このように明治初期にすでに行なわれていたことは，改めて留意されて然るべきであろう。

さらに，『一定期間内の具体的な隆起量を解明するには，次の3つの論証が必要である。1.古い時代の水陸分布に関する正確な知識。すなわち陸化した旧海岸線の詳細な記載。2.　現在の東京における正確な水準測量。3.　陸地の成長に関与した河川の堆積作用に関する正確なデータ。このデータは長期間の観測によって得られる』と述べ，ここでナウマンは，深川を例として実際の隆起量を算出している。日本の測量事務所〔内務省地理課〕の水準測量の結果では深川は海抜75cmのところにある。そこで，さきに示した長元時代，永禄時代，1682年の3枚の古地図から深川の陸化の状況を読み取ると，『16世紀中頃は未だ海面下にあったのが，17世紀の初めにはすでに耕されており，1682年には今日とほとんど変らない町の姿となっている。深川が17世紀の初めに満潮水準より上にあったことはこれで明らかであるから，1600年に満潮水準にあったと考えれば，280年間に約75cm上昇したことになる。これは100年に27cmという割合となる。』

ところで『17世紀に陸化した土地が，その後の堆積作用によって高くなったのであるならば，古い時代の文化遺物がこの中に埋れていなければならないが，そのような遺物は全く認められない。しかしこの280年間に深川の土地に洪水の影響が全くなかったとも言い切れないから，先に示した100年間の隆起量27cmは最高値ということになる。洪水による泥土層の堆積で，深川の土地が約300年間に最大30cm上積みされたと考えると，真の隆起量は100年間に〔(750－300)/300＝〕15cmとなる。それゆえに，深川の土地の上昇指数は15cmである。』

ここでナウマンによる深川の隆起量の値を，その計算方法や使用した古地図の信頼性から改めて否定しても意味がない。それよりも，ドイツという地殻のむしろ安定した大陸の国から来たナウマンが，深川の土地の成長を隆起運動と結びつけて考えていることに興味を覚える。なお，江戸平原の隆起説は小藤文次郎（1885）等明治10～20年代の日本の地学界のみならず，ミルンの紹介によって工学・建築分野にも大きな影響を与えたといわれている。またラインの大冊“日本”（元版第1巻，1881年）によって外国にも広く紹介されたのである。

なおナウマンは，先に示した3枚の古地図の比較から，『江戸平原の前進速度は時によって遅速のある』ことを指摘している。『すなわち，隅田川と中川の間の土地の陸化・拡大の速度は11世紀（長元年間）からその後にかけてよりも，16世紀以降の2世紀においては，むしろ急に遅くなっている』という。この見解についても基本的には使用した古地図の信憑性が問題となろう。しかし，江戸湾内の三角州の前進速度に関する作業は，明治13年にミルンがモースの発掘した大森貝塚の年代を算出した際にも，ナウマンの描いた長元と永禄の古地図を基に試みているのである注8)。ミルンが貝塚の成立年代を決定するのに具体的にどのような方法をとったかは，鳥居龍蔵（1925）によって，すでに詳しく紹介されているのでここでは触れないが，ミルンの算出した大森貝塚の年代は，坪井正五郎の大森貝塚の年代，3,000年前説（文献は特にないが，講義の際しばしば述べられたといわれている）を生むきっかけとなり，その後，この年代観は鳥居龍蔵（1939），西岡秀雄（1949）等によって検討されつつ，昭和30年代に放射性炭素による年代測定法（^{14}C 測定法）が日本の考古学界で遺跡や遺物に適用されるまで受け継がれる。そしてミルンが日本の考古学界に果した功績として現在でも高く評価されているのである（斉藤　忠 1974）。

IV. 江戸湾岸の地形

ナウマンは，江戸湾の広さや水深について具体的な数字を挙げ，隅田川河口付近では8平方マイル，江戸川河口付近では6平方マイルもの広さが干潮時に干上がってしまうような遠浅な地帯であることを紹介したあと，『これらの浅瀬が100年間に27cm隆起するならば，700年以内には満潮水準以上の高さになる』と推定している。次に，江戸湾岸の地形について全般的な記載を行なっている。『日本人が鼻（Nase）と呼ぶ陸地の突出部と入江を無視するならば，湾の形はひとつの直角三角形とみなすことができる。江戸を右角とするなら，そこから真南に28マイル離れたところにある鼻先は Rubiconpoint〔現，観音崎？〕である。これと向い合って三角形の斜辺にあたる部分から大きく前に突き出たところに Saratoga 岬〔現，富津崎〕がある。ここは江戸湾の入口で，5マイルの幅しかない。首都の南では海岸線は緩やかに西へ湾曲しながら川崎まで続いている。そこから Rubiconpoint までの海岸線は長く，多様に折れ曲った湾曲を示している。横浜は江戸と Rubiconpoint の中間の大きい湾曲部に位置する。横浜の南には Mississippi 湾〔現，根岸湾〕，それに続いて金沢湾，さらにそこからは先に張り出した海岸となる。横須賀湾はそこにあり，最後に Sasquahana 湾〔現，大津浦〕と続く。それと相対する三角形の斜辺には，横浜と同じ緯度に Bansu 鼻〔現，小櫃川三角州〕がある。三角形の第3の角は陸上にあり，北の辺には利根川の突出部が目立っている。』

英語で名付けられた地名は，"江戸平原論"と同じ年の同じ雑誌に掲載されたライン論文の付図にも認められる。その一部は，1853年に来航したペリー艦隊によって名づけられたもので，サスカハンナ，ミシシッピー，サラトガという地名は，それぞれ艦隊を構成した軍艦の名称である。江戸時代末期に来航した外国艦隊は，日本国沿岸の岬や湾や海峡等に勝手に名前を付けていたのである。

さて，ナウマンは，富津州の尖角岬，これと小櫃川三角州との間にある湖棚（Uferbank），根岸湾の海底砂州の存在を認め，長期間の堆積作用によるこれらの砂質地形によって，江戸湾が一度閉鎖されたこともあるのではないかと考えた。ナウマンにとって江戸湾が北部で広く，南部の浦賀水道付近で狭いことが奇異に見えたらしい。

V. 江戸平原の歴史

ナウマンは，江戸平原が浅間，榛名，赤城，日光などの火山や筑波，武甲などの古い岩石から成る山々によって取り囲まれていることを紹介し，次いで河川，水路，湖沼などの水系網が，この平原上にもつれあって広がっていることを指摘している。そしてこの複雑な水系を注目すべきものであるとし，隅田川と利根川については，その支流・分流・合流の状態の記述に筆を費している。さらにナウマンは，これらの河川の1つ1つに古く

からの歴史や伝説を伴なっていることにむしろ驚異を感じたらしい。それはたとえば利根川については，“利根川図志”（安政5年，赤松宗旦著）〔岩波文庫に収録〕や“香取志”（天保4年，小林重規編）〔香取神宮関係の祭事・伝説・地名・地誌の記載〕を引用して，水源から河口に至る間の主要な都市，支流の名称，河道変遷・地名の起りを紹介していることからもうかがえる。なかでも多大の興味を示したのは，利根川下流部の低地に存在する多数の湖沼や中州の成因と地名についての伝説である。

利根川河口近くの北浦，霞ケ浦，逆浦が1つに合わさる所に位置する十六島については，“香取志”からその元の名の新島が新らしい島という意味で，この島が海底砂州として形成されて，数100年間に徐々に大きくなったこと，そして1590年（天正18年）には人々がこの島で耕作を始めたことを引用している。また，“利根川図志”からは，将監川と下利根川に狭まれた島である布鎌新田が元禄時代（1688～1703年）の初め頃にすでに耕作されていて，その直後に25村が成立したというが，古書によると，ここが昔，海底砂州であったと説明されていることを引用している。さらに“香取志”からは椿海の伝説を引いている。ナウマンは椿海の伝説がこの土地の瞬間的な沈降を意味していると考えたのである。

しかし，ナウマンのここでの本意は，利根川下流部と江戸湾北部の大きな違いとして，隅田川や江戸川は河口に立派な三角州を形成しているのに対し，利根川下流部にはエスチュアリーが広がり，それもかつてはかなり上流まで達していたという指摘を行なうことであった。現在では利根川低地にデルタの発達が悪い一因として，鬼怒川による土砂の運搬量が少ないことがあげられる。利根川十六島は，鬼怒川の鳥趾状三角州として形成されたものである。ナウマンは，利根川と渡良瀬川が1654年（承応3年）に鬼怒川に瀬替えされた結果，これまで江戸湾に注いでいた利根川本流が以後銚子に注ぐようになったという重大な事実にふれていない。

以上述べた利根川下流の湖沼の形成，河口付近のエスチュアリーの特異な形態，河口の南側の岩礁の存在に興味を引かれたナウマンは，江戸平原東部の4日間の巡検旅行に出かける。以下はナウマンによる房総半島の地学巡検記録の概要である。

VI. 利根川下流部および房総半島の巡検旅行

『4月29日金曜日午後1時に東京を立ち，伊豫田村〔原文は Iwata 村〕の近くで江戸川を渡り，ここから木下まで北東の方向に歩いた。木下は利根川沿いに位置し，河口からは約20里離れている。木下には夜着いたが，さらに蒸気船で川を下り30日の朝早く河口の荒野村に着いた。土曜日は海岸の小巡検を行なった。5月1日の日曜日には人力車で成東まで行き，ここで宿泊した。5月2日は人力車と徒歩で大多喜まで行った。5月3日は江戸湾岸に行くため上総の山地を斜に横切ったが，疲労の多い道のりで，夜遅くやっと木更津の海岸に着いた。次の日に小船で東京に戻った。この3日半の行程中，小船での68里と蒸気船での46里を差し引けば，1日13里の道のりを進んだことになる。途中で種々様々な観察をしなければならなかったことを考えると，この旅行の速度は日本においては本当にかなりのものであった』と自ら記しているように，この旅行は1日約50km を歩く相当な強行軍であった。もっともナウマンが日本で行なった多くの巡検旅行は常に精力的であった。なお，この旅行の出発日は4月29日の金曜日となっているが，ナウマンの来日以来この論文の発表までの間に4月29日が金曜日であったことはない。おそらくナウマンの記憶違いであろう。〔巡検旅行の行なわれた年は不明。1879年，ドイツに一時帰国する直前である可能性が強い。〕

この旅行を現在の地図でたどってみると，江戸川区小岩付近で対岸の市川に渡り，ここから木下街道を印西町木下まで歩き，そこから，当時，銚子―木下間に就航していた「通運丸」に乗船したと考えられる。この航路は内国通運会社（現在の日本通運株式会社の前身）が明治10年8月から営業を開始したものである。荒野村は現在の銚子市の中心街にあたる。銚子からは山武郡成東を経て夷隅郡大多喜まで行き，ここから上総丘陵を木更津街

道沿いに横切って木更津港に到着，東京湾を小船に乗って江戸にもどったのであろう。

ナウマンは，利根川下流部が低平で広い水田地帯からなっていると予想していたらしい。しかし，現地を踏んで利根川本流と江戸川との間に高さ30～35mの台地があることに気づき，次のようにその情景を記述している。『台地面は良く保護された唐檜林となっている。林と林の間には小麦畑の新鮮な緑と愛くるしい農家がある。よく手入れされ，立派で快い生垣に囲まれた庭は，ある程度の裕福さを証明している。』

ここで利根川下流付近の湖沼の形成について述べているが，これは現地での観察の結果というより，読図と文献による考察であろう。つまり霞ケ浦や北浦はもともとエスチュアリーであり，それが利根川の自然堤防の発達によって，，海から分離してしまったと解釈した。また手賀沼や印旛沼は，これらよりもっと古い時代の利根川のエスチュアリーであるとしている。印旛沼の谷がかっての溺れ谷であること，また利根川の土砂運搬量が多いため，洪水のたびに利根川の水が印旛沼や手賀沼の谷に逆流して逆デルタと呼ばれる微高地を造り，このため排水不良となって浅い沼となったことは，横山次郎（1924），吉村信吉（1942）等によって明らかにされている。さらに利根川下流部が南へ大きく湾曲して銚子付近で海に注いでいるのは，長期にわたる河川の堆積作用によってエスチュアリーを形成した古い時代の河道が埋積されて，利根川の河口が完全に閉鎖された結果，利根川が別の新しい河道を堀ったためであると考えた。利根川下流部の内海は“香取志”や“利根川図志”では香取の浦と呼ばれている。ナウマンは，この香取の浦の成因を地学的に説明しようと試みたのである。

ナウマンの巡検記録で最も重点を置いて詳細に記載しているのは，銚子付近の地形や地質の観察結果である。『利根川河口は岩質の岬の近くにある。犬吠埼という名で知られたこの岬は，日本の海岸で最も恐ろしい場所のひとつである。多くの船が黒い絶壁のところで難破した。海岸の砂の中に半分埋っている２つの大きな大砲の筒は，今から９年前に徳川政府の軍艦がここで歴史的な破壊を受けたことを説明している。』犬吠埼沖は利根川の河流と沿岸流が出会うため，古くから航行の難所とされていた。徳川幕府の軍艦が難破した話は，慶応４年（1867年）８月，榎本武揚の率いる幕府軍艦７隻のうち「美加保丸」が台風のため落伍して漂流後，銚子黒生（くろはい）海岸の岩礁に乗り上げ難破沈没したことを指すのであろう。

『利根川の左岸では，岩礁のむこうに長い砂嘴が延びている。４月30日の朝早く荒野村に着いた時，鈍い雷鳴のような横揺れにまず驚いた。寄せて砕ける波は大音響を轟かせているが，川の中には決して入ってこない。川の表面は平らで静かである。だから砂嘴の連続として成長した砂州が川を横切るように列を造っている。それらは波の力を吸収してしまう。干潮時にはこの砂州の２つが海面上に島として現われる。右岸にある荒野村はこじんまりとした村である。その対岸には東下（とうしも）村〔鹿島郡波崎町〕があり，砂丘に被われた長い浜堤の南の岬に位置している。』ナウマンはまた，東下村付近の砂浜に砂鉄が縞模様をなして多量に堆積していることを発見している。そしてこれらの砂鉄は，打ち寄せる波の洗滌作用によって集積したものであることや，利根川が上流の火山地帯から運んで来たものであることを述べている。

さらにナウマンは，利根川河口の右岸に『新しい噴火』による岩石の存在を発見して，その産状に関する詳細な記載を行なっている。これは銚子半島北端から産出する古銅輝石安山岩に関する最初の観察記録である。『それは岸から50～200フィート沖合いの，先のとがった岩礁の見え隠れする海面上にぬきん出ている。海岸に近い陸上でもこの岩石が見られる。一部分解の進んだ白い流紋岩(Rhyolith)は，岩脈あるいは細ひものように暗褐色の輝石安山岩の主脈を貫いている。その介在層は通常硬く密な流紋岩ではあるが，非常に薄くなっているので，部分的に風化されやすくなっている。輝石安山岩は同様に緻密である。非常に薄く流れる溶岩が輝石安山岩の上を被う時，輝石安山岩はかなり裂け砕けるに違いない。なぜならば，多くの場所で非常に明瞭な角礫が認められるからである。流紋岩の節理は薄い板状から層状で，安山岩の節理は大部分が板状か多面体状であ

る。』その後，この古銅輝石安山岩（第三系中新統）は，山根新次(1924)の紹介記事により地学関係者に広く知られるようになった。またその産出は，東日本では銚子付近のみという貴重なものであったが，昭和44年からの銚子漁港の改修工事に伴って，岩体の一部が取り除かれ，現在では銚子市川口町千人塚公園に移転してある。

次にナウマンは，銚子付近を巡検した際の地層の観察結果を記載している。とくに荒野村の背後の台地の砂取場で，砂層の堆積構造を詳細に観察して記載を行なっているが，これは今日の香取層(上部更新統)中の砂層の斜交層理の状態を説明したものであろう。また太平洋に臨む地帯では，緻密な凝灰岩層や非常に硬い石灰質砂層が分布していて，これらの岩塊が城壁のような崖を造ったり，海の中に帽子や塔のような岩礁を造っていると，銚子半島におけるより古い時代の地層の存在を明らかにしている。なかでもナウマンは，黒生付近の海岸で今日の黒生層（白亜系）にあたる礫岩のブロックを観察し，『この礫岩は珪岩より成り，多くはこぶし大である。大きな礫の間は細粒物質によって埋められている。基質は小石状であるので，全体は非常に強固である』と記載している。なおナウマンは銚子半島の海岸側で観察された地層が，いずれも陸側に傾いていることに注意している。

銚子から成東を経て長南までは，九十九里浜に臨む下総台地の東縁沿いの行程をとり，ここから大多喜まで上総丘陵の低い山地内を歩く。この途中，成東の不動尊（浪切不動）で見た『急斜面にある細かく砕かれた岩塊』は，今日の下総層群(中・上部更新統)中のノジュール岩塊を示すものである。また長南付近では，二枚貝，腹足類，ウニなどの化石を含む地層を観察し，『これらの動物相は，新しい形態を示していることから第三紀のものである』としている。この地層は今日の上総層群長南層（中部更新統）にあたる。

ナウマンはこの巡検旅行で，房総半島の地質構造にも興味を持った。すなわち『成東から長南までの地層は，ほとんど水平構造であるが，これ以南の上総丘陵は，砂岩と凝灰岩の互層からなる大きな傾動地塊で，北ないし北東に4～5度傾下している。山地はその地層とともに安房方向に上昇している。したがって山地は南へ行くほど高くなる。』ここでナウマンは和田維四郎と中野外志男が作成した地質断面図（富津―州崎間）を掲げている。この地域はしかし，東京湾要塞地帯の一部として秘図区域に編入されたために，その山地・丘陵地が傾動地塊的ないしケスタ状をなすという，ナウマンらによって当時すでに認められていた事実は，知る人はあっても，その後永い間，公表の自由精査の見込みもないものとなっていたのである。

ナウマンは大多喜付近の上総丘陵の地形を次のように観察している。『山地は大多喜の一里手前で突然急斜面となり，そこから道は急に下り坂となり，福原〔？〕の広い谷の中まで続く。』これは上総丘陵が夷隅川の谷底平野に臨むところの地形の記述である。また大多喜町の西方約5kmの月出山（海抜224m）からの展望について，『ここから望むと地表面は特徴的な波状を示している。鋭い山陵はほとんど直線かゆるく弧を描きながら，遠くに延びている。丸味を帯びた支脈は山腹を下り，谷の中へと達する。谷は低くなるとともに急に幅を広げ，その後は緩い傾斜で平野へと続く。谷はかなり高いところまで農耕地として部分的に利用されているが，谷以外の山地では，僅かな作物しか見られない』と，上総丘陵の山波を描写している。

房総半島南端部の地質構造については，上記の地質断面図によって，『ここでも上総の地層と同方向に傾斜しているが，急傾斜である。その中心部は古い時代の岩石（蛇紋岩・珪岩）で出来ているかもしれないが，海岸で見る限り，若い時代の凝灰岩と石灰岩質礫岩である。州崎付近には背斜構造があり，その影響で地層は直立している。安房の海岸地帯の地層の一般走向はN40°E，平均傾斜30°NWである等々。そして安房や上総の地域で見られるこれらの地質構造は，浦賀水道の西側と同じ第三紀に形成されたものであろう』と結論している。

この旅行の観察とこれまでの調査資料から，ナウマンは『江戸平原の台地や周辺の丘陵の構成物のうちで最も重要なものは，粗面岩質凝灰岩

(Trachytuff) である』と考えた。そしてナウマンの観察した保土ケ谷や観行寺〔横浜市西区軽井沢〕近くの露頭の地質層序注4) や，和田維四郎と中野外志男の描いた横須賀湾付近の露頭のスケッチを示して，これらの地点ではいずれも，何枚もの粗面岩質凝灰岩が認められるとしている。現在の知識ではこの粗面岩質凝灰岩は関東ローム層や水成岩（第三系～第四系更新統）中に挟まれる軽石層にあたる。ナウマン自身もまた，粗面岩質凝灰岩は軽石と共存している場合のあることを認めている。ナウマンがこの粗面岩質凝灰岩に注目したのは，この多量の軽石の起源を追跡することによって，江戸平原の成因を明らかに出来るのではないかと考えたからである。しかし，軽石が火山噴火に伴い，空中を飛来して堆積したとは考えなかった。ナウマンの意見は，『軽い比重によって特徴づけられるその断片が，60マイル以上離れた火山からここまで飛んできたことは考えられない。水中に落下した軽石は沈まないで水面を浮遊することはよく知られている。凝灰岩中の軽石片の存在は，次のように説明するのが最も簡単であろう。つまり，大島系列の火山の最も軽い噴出物が現在堆積している場所まで漂流してきたのである。北に流れる間に軽石はしだいに水を吸い込み，海底へと沈んでいった。』すなわち江戸平原を構成する地層中の軽石をドリフト・パーミスと見なしたのである。ナウマンは，1877年の1月，和田維四郎やミルンとともに伊豆大島の三原山の噴火を見に渡島しており，その際，噴火活動から強い印象を受けたものと想像される。

以上の議論を前提に，ナウマンは軽石を北へ漂流させる海流の存在を想定し，大胆な次のような仮説を立てている。『台地の上部凝灰岩層の形成時代，つまりこれらの軽石が堆積した時代に，日本海流（黒潮）の一脈は今日の浦賀水道を通って東京湾の中に入り込んでいた。そして筑波山と上総丘陵の間に出口を見つけ，そこから再び本流と一体となっていた。』これは古東京湾の北東への開口説のおそらく最初であり，この東京湾から鹿島灘方面へぬける海湾の想像図は，その後大鳥圭介注5) (1885 b) の“武蔵国並東京古今沿革図”に描かれて，広く知られるようになり，昭和30年代まで東京付近の地誌〔たとえば浅草蔵前史 (1958) の29ページ〕に引用されている。

VII. 江戸平原の地形発達史と気候の変動

これまでナウマンは，江戸平原のさまざまな地学的現象について，歴史時代から地質時代へと考察を進めていったが，最後に，そのまとめとして江戸平原の地形発達史を述べている。『武蔵と下総，および上野，下野，日立へと広がる江戸平原が，河川の堆積，均平化作用と長期にわたる隆起運動の複合作用によって形成されたものであることは疑う余地がない』と言い，ついで地形発達史を4期に分けて記述している。

(1) 江戸平原の全体が海であった時代：『筑波山地は南に突出した岬であった。下総と安房は島として海に孤立し，浦賀半島〔三浦半島のこと〕の山々は，いずれも小さな島であった。日光の前山は，激しく活動していたた北側の多くの火山とともに，海面上に噴煙を上げていた。その当時の海岸線はそこから松井田付近に延びていた。』ナウマンはこの時代を今から43,000年前，あるいは43,000年以前と見ている。この年代値は，ナウマンがかつて隅田川三角州の隆起量について試みたのと同じ方法で計算されたと考えられ，この場合は宇都宮および中仙道沿いの高崎―松井田間における海抜高度128mを採用している。ただし，100年間の隆起量を27cmとして実際に計算すると，約47,000年前となり，ナウマンの示した値と少し異なる。ナウマンは堆積作用による土地の上昇量を考察して，その値をやや少なく見積ったのであろうか。

(2) 武蔵と下総の丘陵が海面から顔を出し始めた時代：『海岸線はまだ関宿付近にあり，江戸平原の大部分はまだ海面下にあった。』ここでナウマンは，東武蔵野の台地と下総の台地が，当時海面下ですでに分断していたのではないかと考え，そして大胆すぎる仮説の拠りどころを，地殻変動の影響と海底谷の存在に求めている。それは緩慢な連続的な隆起の際に，上総と相模の間を流れていた黒潮の支脈としての海流が，海底を侵食したために形成されたと考えたのである。その後，数世紀の間に海が後退し，海流の勢力も衰えたので，そ

の作用は終局に向い，現在，浦賀水道を通る海流は，その名残りであると説明している。ナウマンは以上の考察を進めるにあたり，北海で発見された海底谷を思い出している。日本近海でも1874年頃に米国のタスカロラ号が調査を行なっており，その成果が刺激になっていたのかもしれない。

(3) 下総と武蔵の台地が出現した時代：『これらの台地が海面上に現われると同時に海の侵食が始まり，海岸には崖が形成された。ようやく海面に出た東下総は，その両端を上総の地塊と銚子の黒い断崖の硬い岩石で支えられ侵食からまぬがれた。また関宿付近には広い湖が形成され，そのために，この近くにエスチュアリーが存在するようになる。』

(4) 武蔵と下総の地域が結合した時代：『この2つの国が陸続きになったのは，潮流の影響によるところが多いと思われる。そして隅田川河口にエスチュアリーが存在していたのは，この結合の後のことと考えられる。東京湾の形成後，利根川は何回も新しい流路を掘った〔相馬より下流の流路変遷のこと〕。』

次にナウマンは，江戸平原が広く海におおわれていた時代の動物相から気候変化を明らかにしょうとしている。ナウマンは館山の沼サンゴについて次のように述べている。『安房島 (Awa-Insel) の海岸には新第三紀の造礁珊瑚がみごとに発達し，石灰岩質の物質が長い堤を造っている。石灰岩を造っているサンゴ類は現在の日本の海では無縁であるので，最近の地質時代の最終段階に気温の低下が起ったことは明らかである。造礁珊瑚が安房の海岸に生息していた時，気温は現在より6°C暖かったと考えられる。』ナウマンによれば『沼サンゴの発見者は中野外志男で，彼はこのサンゴ化石を館山湾の海岸近くの海抜15mの山麓で発見した。当時，大量にあったサンゴの塊は庭石として売るために船積みして横浜まで運ばれていた。』ナウマンは沼サンゴを，安房の山地を構成する第三系から産出したものと考えた。その後，富士谷孝雄 (1882)，鈴木　敏 (1887)，横山又次郎 (1904) 等によっても，沼サンゴは長い間第三紀の化石と考えられてきたが，明治の終り，大正の初めに，横山又次郎 (1913) は更新世，矢部長克 (1913) は完新世と見る見解を発表し，その時代如何が氷河存否の問題と密接に関連することになったのである。いずれにしても，ナウマンの文章が沼サンゴに関する最初の記載であることに変わりはない。また，横須賀のドックの建設中に発見された旧象化石〔原文ではマンモス象の下顎骨，ナウマン象として知られている〕について，正確な発掘地点を調査している。しかしその努力にもかかわらず，信頼できるデータを聞き出すことは出来なかったらしい。ナウマンは1882年（明治15年）に“Japanische Elephanten der Vorzeit”をドイツの“*Palaeontographica*（古生物学報）”にのせ，瀬戸内，横須賀，霞ケ浦，東京江戸橋の旧象化石について記載した。横須賀の白仙山（はくせんざん）産の旧象については，“日本産物志”(伊藤圭介著, 1873) に絵図が描かれている。このほかナウマンは，Franz Martin HILGENDORF (1873年から約3年間，東京医学校で動植物学などを講じた) が東アジア協会の会合で発表した品川産の貝化石の研究から更新世の気候は現在よりも寒かったと結論していることを挙げている。以上の材料からナウマンは，日本の気候はヨーロッパと全く同様に，新第三紀は今日よりも暖かい時代で，洪積世は今日より寒い時代であった，と結んでいる。

VIII. むすび

ナウマンは，江戸平原の形成が長期にわたる隆起運動によることを裏づける証拠として，1875年4月の地震に際して地盤が瞬間的に隆起し，九十九里浜の海岸が広がったことや，常陸の水戸港が浅くなったことをあげている。しかしこれらの地域にこの年に大地震のあった記録はないから，ナウマンの思い違いであろう。もっともナウマンは日本滞在中に地震を体験したにちがいないし，地震の多い国日本という印象は，確実に持っていたものと考えられる。

さらにナウマンは，日本各地の隆起を示唆する資料として，ラインの仙台湾における形跡の観察や，ナウマンの生徒の1人が報告した九州島原湾の海岸線の前進をあげている。四国については，“土佐日記地理弁”（安政4年，鹿持雅澄述作〔または文久3年，選者　早崎鶴馬の“土佐日記地理

弁考”〕）を引用して，土佐湾の海域が狭くなったことを証拠としている。“土佐日記地理弁”は土佐日記に出てくる地名の解説書で，土佐国の古代之図と今世之図の２枚の図によってその概略を知ることができる。このほか太平洋岸，日本海岸の各地で得られた多くの資料〔陥没の例もふくむ〕から，ナウマンは日本列島の大部分で隆起運動が継続していると主張するようになる。隆起量に関しては，各地の例を挙げて，地域ごとに非常に異なっているとしている。また越中での旅行では，山地の継続的な隆起を示す好例として河岸段丘を観察し，『河岸段丘は日本では決してめずらしいものではない』と言っている。そして“江戸平原論”の最後に，『各地で認められる隆起は，山地の隆起によって影響されるものであろうか』という疑問を投げかけて筆をおいている。

ヨーロッパ大陸のなかでも地殻の安定したドイツに生まれ育ったナウマンは，日本へ来て地震を体験し，祖国で研究したジュラ紀などの地層よりもはるかに若い地層や化石の観察を通じて，日本列島では地殻の変動の盛んなことを知った。しかも，それが古地図や文献などの歴史的史料によっても証明できることは，大きな驚きであったと推測される。“江戸平原論”執筆の主要な一つの理由は，そういうところにあったように思われる。また，“江戸平原論”におけるナウマンの意図ないし態度あるいは考え方の一面は，次のようなところからもうかがえるように思う。ナウマンは江戸平原の起源（具体的には海が宇都宮にあった時）を43,000年と見積ってはいるが，一方ではそれに関して，『自然の力が働くには，極めて長い時が必要であるというアイデアを示したにすぎない』と注釈している。ちなみに，これに対してブラウンスは，“東京近傍地質編”中で海水や河水は絶えず砕屑物を流送・沈下する作用を行なっているから，海底の深浅や陸地の高度から土地の隆起を推定することはできない。江戸平原は長い地質時代に隆起と沈降を繰返して形成されたものであるとのどちらかといえばむしろ一般論的な見解を示している。

ナウマンが試みたのと同様に，古地図や文献にもとづいて江戸平原の歴史地理を研究したのは，吉田東伍（1923）や鳥居龍蔵（1925，1939）である。鳥居龍蔵はミルンの論文で“江戸平原論”のあることを知ったが，実際には読んでいない注6)。吉田東伍はナウマンの論文に関して何も述べていない。江戸平原の歴史地理が盛んに研究されたのは，大正末期から昭和10年代にかけてで，鳥居龍蔵が主宰した雑誌“武蔵野”には郷土史家を含めた歴史学者から多くの論文がある。ただし地質学者や地理学者からの投稿はない。戦前の平野地形に関する見るべきものとしては，東木竜七（1932）の地誌学的研究を挙げることができる。

この“江戸平原論”は日本の平野地形が地学的にとりあげられた最初の論文として記念すべきものである。同時に，ナウマンが引用した“大江戸図説集覧”や“利根川図志”や“土佐日記地理弁”のような，日本人による平野の地理に関するすぐれた文献のあったことにも改めて留意すべきである。その点から，日本の地形発達史の研究は江戸時代末期（1850年頃）に始まったとみてよいであろう。

なお，“江戸平原論”は，筆者らがそれぞれ明治大学大学院に在学中に岡山俊雄教授から地理学演習（ゼミ）のテキストとして与えられたものであって，本稿の執筆にも終始御指導いただいた。記して厚くお礼申しあげたい。

注 1）原文では“Yedo zusetsu shuran”または“Yedo zusetsu”。“大江戸図説集覧”〔扉と奥付には御江戸となっている〕の地図は高木菊三郎著“日本に於ける地図測量の発達に関する研究”に口絵として紹介。なお“江戸図説（武江図説，荏土図説）”（安永２年）にも地名の起り，町名，寺社の名称がのっているが，ナウマンの引用したのはこれではないであろう。どちらも国会図書館および国立公文書館に収蔵。

注 2）ナウマンはアメリカ海軍作成の地図や参謀本部陸軍部の調査結果から具体的な数字を比較している。なお，海軍水路寮は明治６年に武蔵国東京湾海図（３万６千分の１）を刊行している。

注 3）ミルンは，ナウマンの描いた地図のほかに浅草蔵屋敷にあった浅草文庫で見つけた地図を，中野外志男にコピーさせ，長元（1028～1036），長禄（1457～1480），永禄（1558～1569），寛永

(1624～1644) と明治10年頃の5つの時代の海岸線を描いている。ナウマンは三角州の高度から年代を導くことを考えたのに対し，ミルンはナウマンも論及している三角州の前進速度から年代を明らかにしょうとした。なお，ミルンは大森貝塚の年代を一おう2,640年前と算出したが，一方，2,000年前より新らしくなる可能性があることを強調している。

注 4) ナウマンが示した保土ケ谷と観行寺の地質層序は露頭の場所から見て，主として関東ローム層のものである。論文では赤土（風化火山灰）の部分が "Tuff"，軽石の部分が "Bimsstein" と表現されている。

注 5) 戊辰の役の後，榎本武陽等と五稜郭にたてこもった大鳥圭介は，明治政府の開拓使御用掛や日清戦争の特命全権公使も勤めたし，工部大学校長や学習院長を歴任している。また明治7，8年頃，ライマンと北海道の石炭調査を行なった。なお，"武蔵国並東京古今沿革図"は，"関東太古想像図"，"正保図"，"江戸往古之図"，"長禄年間江戸図"，"寛永江戸図，"東京全図" を1枚の図面（紙寸法1058×796mm）に描いたものである。この図面の説明書 "武蔵国並東京古今沿革図識"（丸善商社書店）は，大鳥圭介が1885年に "東京地学協会報告" に掲載した記事を複製したものである。最近 "明治・大正図誌3"（筑摩書房）で岩田豊樹により紹介された。

注 6) 鳥居龍蔵はこの論文をドイツの地理学雑誌 "*Globus*" に掲載されたものとしているが，同誌には掲載されていない。

参考文献

伊藤圭介(1873)：日本産物志. 760 P. (1979年復刻).

岩田豊樹(1979)：東京地図の歩み. 明治大正図志3，筑摩書房，pp. 138-141.

エドマンド・ナウマン (1877)：大島火山記（和田維四郎訳）. 学芸志林，第1冊，pp. 1-48.

大鳥圭介 (1885a)：武蔵国並東京古今沿革図識. 東京地学協会報告7, 6, pp. 3-42.

――(1885b)：武蔵国並東京古今沿革図識. 丸善商社書店，40 P.

岡山俊雄(1967)：本邦氷河問題研究拾遺. 駿台史学，**21**, pp. 100-116.

貝塚爽平 (1979)：東京の自然史<増補第2版>. 紀伊国屋書店，239 P.

小藤文次郎(1885)：土地昇降ノ説. 東洋学芸雑誌，**3**, 47, pp. 193-202.

小林国夫(1968)：日本における第四紀研究. 日本の地質学，日本地質学会. pp. 77-97,

斉藤　忠(1974)：日本考古学史. 日本歴史叢書<34>，吉川弘文館，349 P.

鈴木　敏(1887)：20万分の地質図幅「横浜」ならびに同説明書. 地質調査所.

高木菊三郎(1966)：日本に於ける地図測量の発達に関する研究. 風間書房，175 P.

東木竜七(1932)：地誌学. 617 P. 古今書院，

鳥居龍蔵 (1925)：武蔵野及其有史以前. 磯部甲陽堂，P. 239

――(1939)：ジョン・ミルンの大森貝塚年代考察に就いて. 武蔵野，**26**, 1, pp. 5-9.

西岡秀雄(1949)：寒暖の歴史. 気候700年周期説. 好学社，248 P.

富士谷孝雄(1882)：安房地質志. 学芸志林，**11**, 64, pp. 397-410.

ブラウンス(1882)：東京近傍地質編（西松二郎訳）. 理科会粋，第4帙，205 P.

横山次郎 (1924)：地理教材としての地形図 (5)（佐倉付近），地球，**2**, pp. 690-696.

松井　健・杉村　新・渡辺直経(1977)：日本第四紀学会史，日本の第四紀研究，日本第四紀学会，pp. 1-9,

矢部長克(1913)：プライストシン世に於ける日本の気候について. 現代の科学，**1**, pp. 552-557.

山根新次(1924)：銚子付近の地質概観. 地学雑誌，**36**, 420, pp. 95-99.

横山又次郎 (1904)：房洲沼村の第三紀化石（雑報）. 地質学雑誌，**11**, pp. 105-106.

――(1913)：日本の珊瑚期. 現代の科学，**1**, pp. 10-15.

吉田東伍(1923)：日本歴史地理之研究. 富山房，1012P.

吉村信吉(1942)：関東地方の湖沼. 日本地誌学I. 中興館，pp. 162-194,

BRAUNS, D. (1881)：Geology of the environs of Tokio. *Nemories of the science department, Tokio Daigaku*. **4**, 82 P.

MILNE, J. (1880)：Notes on stone impliment from Otaru and Hakodate, with a few general remarks on the prehistoric remains of Japan. *Trans. Asia. Soc. Japan*, **8**, pp. 61-91.

MORSE, E. S. (1879)：Shell mounds of Omori. *Memories of the science department, Tokio Daigaku*, **1**, Part 1, pp. 1-36.

NAUMANN, E. (1881)：Ueber japanischen Elephanten der Vorzeit. *Palaeontogra-*

phica, **28**, S. 1-39.
REIN, J. J. (1879) : Fuji-no-yama und seine Besteigung. *Peter. Geogr. Mitt.*, **25**, S. 365-376.
*REIN, J. J. (1881) : Japan, Reisen und Studien. 749 S.,
YOKOYAMA, M. (1911a) : Climatic changes in Japan since the Pliocene Epoch I. *Jour. Coll. Sci. Univ. Tokyo*. **32**, pp. 1-16.
——(1911b) : Climatic changes in Japan since the Pliocene Epoch II. *Jour. Geolo. Soc. Japan*, **18**, pp. 1-26.

* この元版は見ることができなかったが，その英訳本版“Japan, Travels and Researches”(1884) では，pp. 57-58にナウマンの江戸平原の地形発達史や日本列島隆起説が紹介されている。

(1980年9月26日受理)

地学雑誌 90, 1 (1981)

チベットの地質・古生物学上の最近の進歩

小 林 貞 一

Recent Advancements in Geology and Palaeontology of Tibet

Teiichi KOBAYASHI

はしがき

秘境と称せられていた西蔵の地質・古生物学的調査研究は近年長足の進歩を遂げつつある。ここには下記の諸題目について述べる。

1. 西蔵南縁帯の層序
2. 西蔵南縁帯とヒマラヤ西部との層序の比較
3. チベット高原の化石研究
4. チベット地質解明への雑賛と秋吉・佐川褶曲山脈の大陸への追跡

I. 西蔵南縁帯の層序

ヒマラヤの北坡，すなわち西蔵南縁帯の層序論は前世紀末 WHITE, C. と WREBENBURG, F. とが崗巴附近で侏羅紀菊石と白亜紀二枚貝を採取したのに始まる。続いて HAYDEN, H. H. は今世紀の初めに印度から北上して拉薩に至る間に石炭系から第三系までの地層の存在することを予察した。後に DOUVILLE, H. (1916) はHの白亜一第三系とする崗巴系の化石を，また AREKELL, J. A. (1953) は侏羅紀菊石を研究した。最近に至ってこの地帯に於ける中国人の踏査と研究は著しく活発になった。先づ西蔵工作隊が 1951-53 年に日喀則で三畳紀後期の化石を発見し，また珠峰北坡で二畳紀腕足貝を大量に採集した。その後 1956-60, 1960-61, 1963, 1964, 1966-68と調査が繰返されて，ヒマラヤの山稜からブラマプトラ河の上流の雅魯蔵布江 (R. Tsangpo) との間，そして東西では東径 85°10′-89°00′ の間に於いて古第三系以下奥陶系までの精細な層序を化石を以って実証し，その下に寒奥両系の地層の続いていることも確かめた。それに続いて1975年にはエベレスト山，すなわち Mount Jolmo Lungma の北坡も探査された。

これら一連の最近の調査研究の結果は

1. 珠穆朗瑪峰(略：珠峰)地区科学考察報告，1966-68 の地質，1974，古生物 5分第1分冊，1975，第2・3分冊，1976.
2. 珠穆朗瑪峰科学考察 (1977)，地質，1979.

として出版された。なお前者の続巻として，第四紀地質・現代氷川興地貌・生物興高山生理なども出版されている。

この地区で最古の含化石層は甲村層群で，主に石英岩からなり，その下部で *Ordosoceras-Manchuroceras* 帯と *Dideroceras-Michelinoceras* 帯とが認められ，上部中に *Sinoceras*, *Michelinoceras* 等を産することが判明した。その上に無化石の紅山頭頁岩が，そして更に上に単筆石や *Michelinoceras*, *Triplophyllum* などを産する中下部志留部系の石器坡層群がある。

泥盆系は志留系とは断層で境しているが，泥盆系中・下部の涼泉組中に *Neomonograptus himalayensis* 帯，*Nowakia acuaria* 帯，*Guerichina xizangensis* 帯の3者が識別されている。上部の波曲石英砂岩は無化石で，Muth 珪岩に対比されている。石炭系は泥盆系を整合に被い，整

第1表　珠穆朗瑪地区南部の層序の概要

時代	地層	層厚	主要岩石	化石
古第三紀	遮普惹組	1285	石灰岩／頁岩	*Nummulites, Orbitolites, Assilina*
	宗浦群	383	石灰岩／頁岩	*Campanite, Bernaya*
白亜紀	基堵拉組	188	石英砂岩	*Vrolebris, Xertoberis*
	宗山組	278	石灰岩・頁岩	*Orbitoides, Globotruncata*
	崗巴群	1187	頁岩（泥灰岩・頁岩）	*Hemiaster, Mortoniceras, Neohoploceras*
侏羅紀	古錯組	710		
	門卡墩組	360	頁岩（砂質頁岩）	*Hoplophylloceras, Virgatosphinctes*
	聶々雄拉群	2060	石灰岩（砂岩・頁岩）	*Macrocephalites, Schlotheimia*
三畳紀	徳日栄組	591	石英砂岩（炭質頁岩）	*Myophoria, Paloeocardita*
	曲竜共巴組	465	頁岩・砂質頁岩互層	*Pinacoceras, Cyrtopleurites*
	士隆群	640	石灰岩（砂質頁岩）	*Daonella, Otoceras, Claraia*
二畳	色竜群	281	石灰岩・泥灰岩	*Marginifera, Waagenophyllum*
石炭紀	納興群	1888	頁岩（石英砂岩）	*Syringothyris, Conularia*
	亜里組	126	頁岩（泥灰岩）	*Imitoceras, Tylothyris*
泥盆紀	波曲群	256	石英砂岩	
	涼泉組	40	頁岩	*Nowakia, Neomonograptus*
志留紀	石器坡群	136	石灰岩／砂岩・頁岩	*Monograptus, Favosites*
奥陶紀	紅山頭組	70	頁岩（細砂岩）	
	甲村群	823	石灰岩（粉砂岩）	*Sinoceras/Manchuroceras*
寒奥紀	肉切村群	40-160	石灰岩／石英片岩	
先寒紀	珠穆郎瑪群			

波線：非整合，点線：断層接触，斜線：上下関係，括弧：随伴岩石

合的に二畳系に被われている。石炭系は主に砂岩・頁岩からなり，その下底部の亜里組は *Imitoceras* を，その主部の厚い納興層群は *Syringothyris* その他の腕足介，*Conularia*，二枚貝等を産する。二畳系は砂岩・頁岩・石英岩等からなり，腕足貝・珊瑚・蘇虫等からなる豊かなフォーナを蔵していて，陽新フォーナに比較されている。楽平統は欠けているようである。

この堆積間隙を置いて三畳系は *Otoceras, Ophiceras, Gyronites* を含む Skytian に始まり，ノーリック階まで多くの菊石帯や二枚貝帯が認められている。ノーリック階中には *Himalayasaurus tibetensis* と称する魚竜が発見されている。この地帯の北部では *Monotis salinaria* や有孔虫を産する2,500メートルの厚層があり，砂岩・頁岩層の間に礫岩や石灰岩を挾み，含放散虫珪質岩や塩基性火山岩をも伴っている。

侏羅系はこの地帯の南部に発達していて，菊石で Hettangian, Sinemurian, Toarcian, Bajocian は認められるが，Pliensbachian と Bathonian とは詳かでない。Callovian 以上の上部侏羅系にも種々の菊石を産するが，Oxfordian の菊石は見出されていない。菊石のみならず辮鰓類・六射珊瑚その他の化石もあり，日本の鳥巣石灰岩のように定日県では侏羅紀後期の層孔虫や Spongiomorpha, chaetetids を含む石灰岩があるが種属としては趣を異にしている。

白亜系はこの地区の南北で層相を異にし，南部

は皆海成で化石が豊富であるのに反して，北部では化石が甚だ少く，厚層で陸成相が発達している。海成白亜系は崗巴地区では下部の崗巴層群の厚さは1,187メートルで，頁岩を主とし，下部に石灰岩があり，菊石その他の化石で，その時代はBarremian から Santonian までとされている。その上の宗山層群中の石灰岩は有孔虫や二枚貝を多産し，その最頂部の砂岩からなる基堵拉層も含めて，Campanian-Maestrichtian である。北部では頁岩・砂岩に石灰岩を挟み，菊石・箭石・有孔虫を含んでいる。特に日喀則・昂仁一帯では砂岩が発達して礫岩を挟み石灰岩は極めて稀で，*Orbitorina* やサンゴを産出するが，また被子植物や淡水棲二枚貝を含む地層もあって，新白亜紀の様相を呈している。

南北間の層相の相異は古第三系に於いて更に著しい。南部では石灰岩が発達し，有孔虫・介形類・巻貝・二枚貝・オーム貝類・サンゴ・海藻等を蔵している。定日地区では下位の宗浦層群と上位の遮普惹層からなり，前者は Danian-Lutetian で後者は Lutetian 上部-Ledian である。北部の第三系には海成相は見当らない。陸成と見倣される紫紅色粗砕屑岩の地層で700メートル以上の厚さを有し化石は発見されない。

特筆すべき新発見として，珠峰北側の定日県怕卓区曲布で *Glossopteris* 3種を含む羊歯植物群が発見されて古植物地理学上で注目を惹いている。また曲布の　畳系下底部の白雲岩中からヘリコプリオン科の *Sinohelicoprion gomolangma*, sp. nov. が発見された。三畳紀の蘚虫類は世界的に甚だ稀であるが，聶拉木県士隆から *Paralioclema* 3新種が記載されている。先きに述べた魚竜は士隆・曲布等のノーリック層中に埋蔵しているのであるが，カーニックからも多少見出されている。

奥陶紀の甲村層群下には結晶質石灰岩，更に下には石英片岩を主とする地層があり，肉切村層群に一括して，寒武奥陶系とされているが，恐らく震旦系に及ぶであろう。珠峰地区には種々の深成岩・変成岩・混成岩がある。K-Ar 法，U-Pb 法，Rb-Sr 法等に依る年齢測定結果変成岩類に2期が識別される。古い方は先寒武晩期で640-660my.，新しい方は第三紀で10-20my. で，後者の変成はヒマラヤ造山に伴う花崗岩漿の侵入と関係がある。

II. 西蔵南縁帯とヒマラヤ西部との層序の比較

ヒマラヤ山系は北からチベット帯，テチスヒマラヤ帯および準ヒマラヤ帯の3地質区に分けられ，西蔵南縁帯は Tethys Himalayan zone の中部北側に位している。従来ヒマラヤ山脈の古生層についてよく判っていたのは錫金 (Sikkim) 以西で，Spiti, Kumaon が特に重要である。この地方に Haimanta と呼ぶ千メートル以上の厚層があり，その上部は主に珪岩・頁岩・板岩からなり，白雲岩の薄層を挟んでいる Parahio 統で，その下位に *Redlichia* 頁岩がある。更に上方に中部寒武紀の化石を多産する。同系の中下部は恐らく先寒武紀で，震旦紀のものであろう。多分肉切村層群はハイマンタ系に近い地層であろう。

奥陶・志留両系もまたスピチによく発達している。その基底部の頁岩・珪岩を除くと大部分が石灰岩ではあるが，奥陶系では腕足貝と三葉虫が，志留系では珊瑚が豊富で，両系共頭足類は多産しない。この地方では稀に泥盆紀化石が石灰岩中に含まれているのみで，泥盆紀腕足貝や珊瑚などは Kashmir の北西部 Chitral に多産する。スピティの古生層下段は無化石白色の Muth 珪岩で終っていて，波曲層群がこれと対比される。その上に石炭紀の Kanawar 系が重なり，下位の Lipak 統は石灰岩・頁岩からなり，納興層群の如く *Syringothyris* を産する。上位の Po 統は *Fenestella* 頁岩で，その下部を占める Thabo 階は植物化石を産する。二畳紀の Kuling 層群の基底礫岩は Po 統および更に古い地層を不整合に被い，下部は石灰質砂岩，上部は *Productus* 頁岩で，共に腕足貝その他の化石を産する。

三畳系はその上に重なる厚さ約1,300メートルの Lilang 層群で，黒色石灰岩に頁岩を挟み，全体が化石に富んだ海成層で，その上頂部約600メートルの *Megalodon* 石灰岩，あるいはKioto石灰岩はレトリアスである。従ってその上段は聶々雄拉層の下部に相当する。スピティ地方ではこ

れを被うている Spiti Shales があり，Oxfordian から Necomian 下部に達している。その上に Flysch 相の Giumal 砂岩が来る。その最上部は Albian に及んでいる。次いで Chikkim 石灰岩頁岩層が重なり，上方へと無化石のフリッシュ相に移化し，その上部では塩基性熔岩を伴っている。この時期にはテチスヒマラヤ帯は処々で状況を異にし，珠峰地区でも南北間で層相が変化し，北部には陸成相が出現する。このようにこの地方では白亜系上部に，また珠峰地区では三畳系上部に火山岩が認められているが，少くとも寒武紀以上の本帯の層序中に火山源の物質は僅かしか含まれていない。

テチスに属するこの地帯では白亜中後期から造山運動が展開し，上部始新期には南側では海成相，北側では非海成相と分化し，中新中期の激動時階に海は消滅して，ヒマラヤ山脈南麓に非海成の Siwalik 層群を堆積した。そして鮮新末期・更新前期の運動で遂に準ヒマラヤ帯が形成された。

III. チベット高原の化石研究

西蔵から青海にかけての高原地域の地質調査が最近如何に急速に進歩しつつあるかは，中国古生物学会　第十二屆学術年会及第三屆全国会員代表大会　学術論文摘要集　1979年4月を見ると，まことに驚くべきものがある。蘇州で開催されたこの学会注1) では特に青蔵高原の古生物と題するシンポジュームがあり，26論文が提出され，その他にも1・2の関係論文が他のセクションに出ている。勿論予報的なものではあるが，多数の専門家に依って奥陶紀以降の各地質時代の動植物化石の研究が着々と進められているのであるから，その本報が公表される日は遠くあるまい。ここではその予告を概観してみる。

珠峰西方の聶拉木で奥陶紀化石の発見されたことは既に述べたが，*Maclurites* がヒマラヤ山脈東端部の察隅地区でも見出された。チベット南部の聶拉木と中部の班戈では志留紀前期の床板珊瑚や四射珊瑚を産する。泥盆紀床板珊瑚は高原東南部の芒康，西南境の普蘭等で，また中上部泥盆紀の四射珊瑚は高原東部の昌都や阿里で見出されている。二畳石炭紀床板珊瑚は芒康を過ぎる東部に広く分布している。西蔵の古生代腕足貝は6新属を含む57属69種に及び，そのうちには西境の日土県産の志留紀 *Hindella* 1新種もある。

石炭紀蘚虫類は昌都・珠峰・南崑崙山等の諸地区で採集されていて，11属18種が識別されている。昌都一帯に分布する二畳紀蘚虫類は25属75種に及んでいる。この地方にはまた石炭紀前期の四射珊瑚を多産し，華南特に貴州のフォーナに近い。同紀後期のものは珠峰北側から知られている。二畳紀珊瑚は雅魯蔵布江の南北で趣を異にし，北側では暖水型の造礁珊瑚が発展している。青海天峻県布哈河流域では18新種を含む34種の二畳紀二枚貝が採集されている。

西蔵の紡錘虫は11科42属115種を容していて，その27種は新種である。石炭紀のものは芒康・左貢・昌都等高原東部に分布し，前期の *Eostaffella* 帯，中期の *Profusulinella* 帯と *Fusulinella-Fusiella* 帯，後期の *Triticites* 帯と *Pseudoschwagerina* 帯に属し，二畳紀前期のものは *Misellina* 帯と *Cancellina* 帯，中期のものは *Neoschwagerina* 帯，後期のものは *Palaeofusulina* 帯に帰せられる。西蔵中部の奇林湖四近では *Neoschwagerina*, *Kahlerina*, *Verbeekina*, *Schwagerina* 等からなる茅口フォーナ（*Neoschwagerina* 帯）が広く分布している。

中生代の化石の中では蔵東の昌都・阿里・安多・改則の4地区を主とする25産地のうち三畳系と侏羅系は各々11個所，白亜系は3個所から蒐集された多量の腕足貝があり，17科，52属，86種に達している。そのうちに2新亜科，9新属，45新種が含まれている。西蔵の六射珊瑚もまた豊富で，カーニック――ノーリック下部のものは昌都附近とヒマラヤ北側に分布している。ジュラ紀前期の珊瑚はヒマラヤ北側の吉隆から知られ，ジュラ紀中後期のものは広く東西に分布している。旧白亜紀の珊瑚は西蔵西南部にあり，ジュラ後期と白亜前期の色彩を帯びている。白亜紀後期のものは雅魯蔵布江沿岸からヒマラヤ山脈にかけて分布し，第三紀の珊瑚に近い様相を呈している。

西蔵の三畳紀菊石類27属37種中には

1. 岡底斯山南坡の Smithian 菊石8属8種

第2表 珠穆朗瑪峯地区の化石群

動植物化石	地質時代										文献			
	奥陶紀	志留紀	泥盆紀	石炭紀	新古生代	二畳紀	三畳紀	侏羅紀	白亜紀	古第三紀	珠峰地区古生物 1	2	3	珠穆朗瑪峰
有孔虫							×	×	×	×		×		
放散虫						○	×					×		○
珊瑚		×				⊗	×	×	×	×	×			○
Conularida				×									×	
層孔虫							×	×			×			
Spongiomorphida							×	×			×			
Chaetetida								×			×			
腹足類	×			×		⊗	×	×	×	×	×			○
斧鰓類			×	×		⊗	⊗	×	×	×			×	○
鸚鵡貝類	×	×					×		×	×	×			
菊石				×		⊗	⊗	×	×				×	○
箭石									×		×			
Dacrioconarida			×								×			
三葉虫	×					○						×		○
介形類									×	×	×			
蘚虫類				×		×	×				×			
腕足類	⊗		×			⊗	×	×	×	×		×		○
海百合	×			○	×						×			○
ウニ									×	×		×		
筆石		×	×								×			
コノドント							×					×		
Helicoprionidae							○							○
海藻										×		×		
陸生植物						○			×		×			○

2. 藏北双湖の南から Anisian 菊石9属13種
3. 西藏東南隅の察雅県の Norian 菊石10属16種

がある。更に拉薩西北方67km 堆竜徳慶県で，3新種を含む21種からなるアニシック後期の *Paraceratites trinodus* フォーナも発見されている。

ヒマラヤのライアスは菊石17属18種中1新属2新種を含み，Hettangian 初期，Sinemurian 初期，Pliensbachian 等の3菊石群が区別されている。

中生代各紀の箭石もまたチベットから発見されている。そのうちには三畳紀後期の諸属，中部ジュラ紀 Bajocian のもの，ジュラ・白亜両紀過渡期のものなどが識別されている。

西藏中部の班戈の白亜系は Aptian のネリネアの諸種属を蔵している。拉薩地区の下部白亜系は Aptian, Albian の十脚類数種を産している。白亜紀海成層はまた種々の *Orbitolina* を多産し，そのうちに新属 *Neorbitolinopsis* と2新亜属 *Orbitolina* (*Eorbitolina*, *Columnorbitolina*) が

ある。

西蔵東部の昌都・芒康・察隅地区や西崑崙東端部の喀拉米蘭山等の奥陶・石炭・二畳・三畳・侏羅・古第三系は Dasycladaceae, Codiaceae, Solenoporaceae, Melobeciae, Gymnocodiaceae, Porostroma 等に属する38属54種の藻類乃至所属不詳のものを産する。それらのうちに1新属12新種がある。この藻類化石中にはテチスのものや日本のものと類縁が認められている。

陸生植物では昌都地区で紡錘虫・腕足貝との関係で上部二畳系下段に置かれている当該層中に5新種を含む36種の植物化石を産するが，そのうちに真菌綱・石松綱・木賊綱・真蕨綱・種子蕨綱・銀杏綱等がある。これは華北や華南のカタイシア植物群と比較され，多湿な熱帯乃至亜熱帯のフローラと見做されている。西蔵中北部の双湖地区で含 *Palaeofusulina* 層と含 *Claraia* 層との間から17種の植物化石が発見された。その時代は二畳紀終末ないし三畳紀初頭で，温暖多湿の熱帯乃至亜熱帯の植物相を呈している。

西蔵東部に三畳紀後期の2植物群があり，若い方の巴貢層産のものは Hongay や成羽のフローラに対比されノーリックで，古い方の甲不拉層のものはカーニックないしノーリック前期とされている。拉薩から東方へ怒江までの間の海成上部侏羅系上の夾炭多尼層から採集された植物群はウキールデン型で，日本の領石フローラに比較され，沿海多湿高温の気候下のものと考えられている。

中国科学院青蔵高原綜合科学考察隊古脊椎動物組は拉薩・昌都等でジュラ紀前期・中後期および新白亜紀の多量の化石を採集した。そのうちには肺魚・鯊魚・蛇頸竜・鰐・魚竜・亀鼈類等の魚や爬虫類が含まれている。1978年に青海の西寧盆地で採集された中新前期の小型哺乳動物群には10属13種が鑑別され，その時代は Aquitanian-Burdigarian に当る。

青海高原の丁青地区では古第三紀の淡水棲巻貝が，また札達地区では新第三紀の淡水棲巻貝が見出されている。更に青蔵公路上の崑崙山口と唐古拉山口との間の4個所の掘鑿から鮮新更新期ないし更新前中期の淡水棲或いは湖棲の2科10属40余種の介形虫が採取されているが，温暖低地のフォーナで，高寒の現在位置はその後の隆起による。

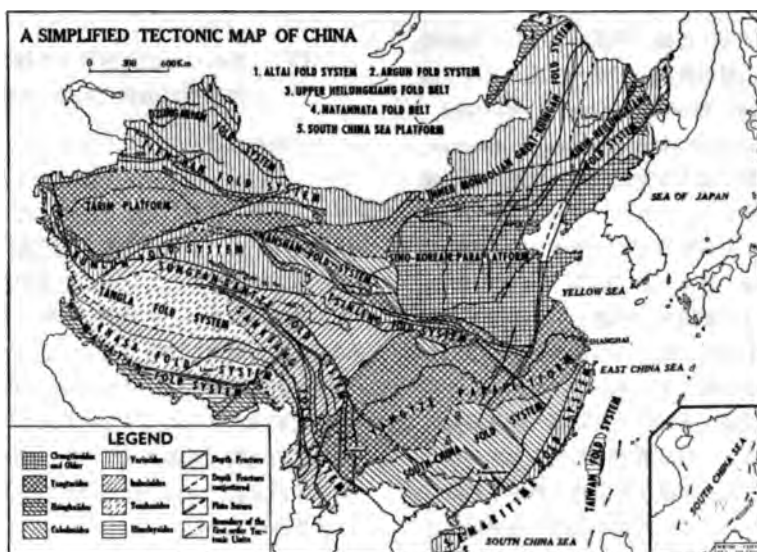
IV. チベット地質解明への維賛と秋吉佐川褶曲山脈の大陸への追跡

四半世紀程前拙著「東亜地質」のなかで私は「タリム盆地からヒマラヤ山脈まで」の1章でチベット地質を素描したことがあった。当時は LEUCHS, K. のアジアの地質1巻2部（1937）はアジア中部の地質を知るための好著であった。そのうちに崑崙山系から西蔵高原を経てヒマラヤ山系に至る間の地質がかなり詳しく述べてあった。李四光の名著 Geology of China, 1939ではシナ本部の地質は非常によくまとめられているが，新彊や西蔵の地質は看却されていた。その地域層序の章には西康東部は含まれているが，東径百度以西は除外されていた。

1945の黄汲清著 On Major Tectonic Forms of China 中央地質調査所専報甲種20号は英文ではあったが絶版で，永い間広く読まれなかった。1952年にソ連版が出て1957年に至って原文を補足し中国主要地質構造単位と題した中国版が出たので，私は胡忠恒の協力を得て本誌67巻（1958）にこれを紹介した。この論文は中国全土に亘って構造区分とその発達史を論じた画期的な名著である。

1949年には中華人民共和国が成立して，1951年には既に中国科学院の西蔵地質調査が開始されたことは既に述べた。1955年には劉鴻允の中国古地理図が出版され，続いて出た中国区域地層表（1956, 58）には喀喇崑崙山，西蔵中部・喜馬拉雅山及び雅魯蔵布江中游区等の層序が表示された。また徐近之編青康蔵高原及毘連地区・西文文献462頁，科学出版社，1958には地質・地震・岩石・化石・地形・氷河等が40頁を占めている。

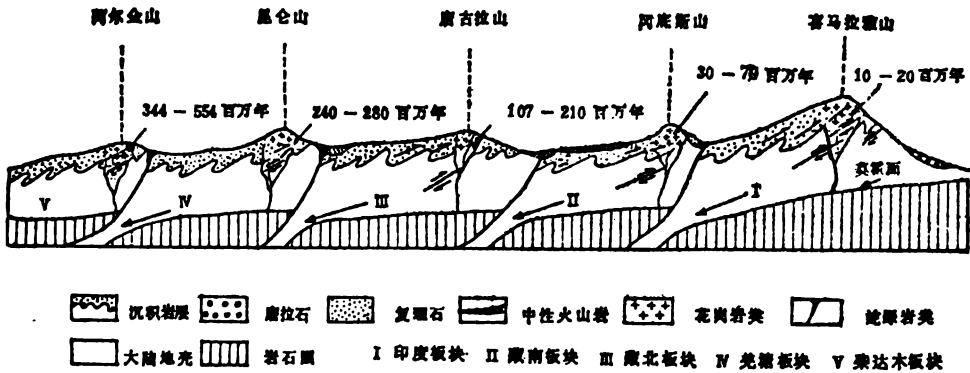
全国地質会議学術報告彙編（1964）になると西蔵区の項にスピティの Haimanta 層群のみならず，カシミルの寒武系も要約され，西蔵西部の項にヒマラヤやカラコルムの奥陶系を摘記している。志留系に就いても同様で，泥盆系以上の諸系に於いては西蔵に於ける化石の新発見や層序観察など中国地質家の成果が随所に載っている。

上記の珠峰地区の報告はすなわち最近30年間の

第1図 中国地質構造図（黄汲清，1978より）

この地区の地質学古生物学的諸研究を集大成した成果であり，昨年の中国古生物学の青蔵高原的古生物シンポジュームはその分野に於ける行進曲ともいうべきもので，その本報が出版された暁には秘境と呼ばれたこの高原の地質は面目を一新するであろう。しかし，この豊富な化石資料の産地から推察すると，その大半は高原の東部と中南部のものであって，残余の一半が分明するまでには更に若干の時を要するであろう。

Sven HEDIN はチベット高原の地理・地質解明の先駆者で，崑崙・青海・西康・ヒマラヤ北坡等に対しては前世紀後半に諸外国人の挺身的踏査が行われた。平均高度4,000～5,000メートルのこの高原は北はコンロン，南はヒマラヤに抱れた地塊のように見えるが，高原上には200～400メートルの多数の山脈が東西に走り，西方では16，東では36が数えられている。換言すれば山列は西方パミールに向って収斂し，東には放散し西康に於て急に屈曲南下している。

黄汲清はその前著に於いて既に蔵北が古生代後期，蔵南が中生代の褶曲山列であると説いている。最近の黄らの所説[注2]によると南山はカレドニア造山，崑崙はバリスカン造山，秦嶺は印支造山が主要地殻変動で，これら北部の褶曲山脈は金沙江—紅河の深部破砕帯によって南部から隔てられている。南部には北から三江，Tangla, Lhasa の3褶曲山脈があり，第1と第3は印支造山，両者間の拉薩山脈は燕山造山の産物である。そして Indus, Tsang 両河の南を走るヒマラヤは西の Sulaiman，東の Arakan Yoma と共にヒマラヤ造山によりインド剛塊を縁取る褶曲山脈で，西蔵高原の中古生代諸山脈の外にあるという（第1図参照）。

珠峰地区科学考察報告，地質（1974）中で同地区の地質構造とヒマラヤ及び青蔵高原との関係に就いての常承法と鄭錫瀾の所見は黄らといささか異っている。すなわち両氏によると北から阿爾金山（Altyntag），崑崙山，唐古拉山（Tongola），崗底斯（Kangtiszu），喜馬拉雅山を頂く5プレートを認め，それぞれを順に柴達木（Tsaidam），羌塘（Qiangtang），蔵北，蔵南，印度のプレートと呼び地質時代と共に北のプレートの衝上，すなわち南のプレートの突込みを生じて，山脈を形成し，地殻運動が次々に南進する。従って，上記5山脈の花崗岩の年齢は北に古く阿爾金山では344-554 my.，崑崙山では 240-280my.，唐古拉山では 107-210my.，崗底斯山では30-70my.，喜馬拉雅山では10-20my. であると（第2図参照）。

第2図　阿爾金山・喜馬拉雅山間の地質構造概念図（常承法　鄭錫瀾，1974より）

現在進行中の青蔵高原古生物の研究はまず山脈別の層序を確立し，一方では古地理図を修正補足し，他方では構造発達史上の所説を取捨選択するであろう。しかし高所から見るならば両説共ども造山運動の北から南への波及に於いて一致しているのである。私は且つて大局から見て北半球に於いては山化は核塊から赤道方向へ南進しているが，これを環太平洋区域の構造発達史から推察すれば，山化は太平洋海盆へと求心的に進行している。そして，アジア大陸の要素が崩壊しつつある南方大陸の要素とインドで接触してからは山化は只管太平洋海盆へと求心的発展に向っていることを示唆した注3)。青蔵高原の造構史の所説はこれと合致し，この高原の古生物学的研究がこれを実証せんとしている。

1943年私は秋吉造山帯の西方延長がパミールに達するであろうことに注目を喚起した注4)。1952年には秋吉帯南西翼が印度支那，今日のベトナム北部に達しているであろう事を指摘した注5)。そして最近の APRSA project の結果日本の中生代褶曲山脈が東南アジアを経由して西康へと北上することがいよいよ確実になって来た注6)。この中生代褶曲山脈は西康で西折して蔵南を横断しているのである。

注 1) この会については，高井冬二：わが訪中記．化石，29号123-129頁　昭和54年を参照。
注 2) Group of Tectonic, Institute of Geology and Mineral Resources, Academy of Geological Sciences (1977), An Outline of the Tectonic Characteristics of China, 24 pp. Peking, China.
注 3) 佐川輪廻（英文），1941，534-536頁；日本地方地質誌総論（朝倉書店），297-299頁．
注 4) 中央亜細亜の古地理変遷と地質構造発達史．地理学，11巻4号，335-449頁．
注 5) On the Southwestern Wing of the Akiyoshi Orogenic Zone in Indochina and South China and its Tectonic Relationship with the Other Wing in Japan. JJGG, v. 22, pp. 27-37.
注 6) KOBAYASHI, T. (1980), Notes on the Mesozoic Histor y of Thailand and Adjacent Territories. Geology and Palaeontology of Southeast Asia vol. 21, pp. 27-26.

(1980年10月11日受理)

書評と紹介

小林和男：深海底で何が起っているか　灼熱海底から日本沈没まで　講談社刊（ブルーバックス）pp. 232

最近20年間の海底研究技術の著しい進歩と，観測量の加速度的増加によって，今日では海底を知らないで地球を知ることはできないというところまできている。プレート・テクトニクスの登場はその例であり，そのめざましい成果は，一般社会の関心まで集めているように見受けられる反面，日本にはでき上った形で持ちこまれたせいもあって，いかにも机上の空論のように受けとられている面がある。四面海に囲まれている国柄でありながら，地球科学の分野でさえも，海底に払われている関心は，諸外国等に比べて低いと嘆ずるのは，本書の著者だけではあるまい。それには海底という見知らぬところで起っている現象で，生活実感が伴わないところからもきている。最近の海底科学の成果を解説した著書は数多くあるが，著者が敢えて本書を刊行する気になったのは，序文にあるとおり潮の香をタップリ含んだ実感をこめて，記述しようという意気ごみからであった。そしてこの著者の意図は，全頁を通じて，結果的に十分成功したと言える。これは著者が，東大海洋研究所にあって，白鳳丸等により日本近海を縦横に観測し続けた人であり，国際的に数々の重要なプロジェクトに参加して貴重な体験を積み重ねられたキャリアの持主であることによろう。したがって本書は，観測の成果だけから話を組みたてることを避け，深海底をどのように調べ，何が分ってきたかを，自分の体験を通して叙述した。本書で取り上げたような世界的な話題を，自らの体験を通して生々しく語ることのできる数少ない１人である著者を得たことが，まず本書の刊行を成功させた大きな原因であろう。

とくに冒頭の書き起しにでてくるアルビン号による，大西洋中央海嶺の探検的な記述は，これが深海底であることを忘れさせるほど，日常体験している陸上探検をほうふつさせ，そこにスリルと目を見張る発見が次々と現われて，思わず引きこんでしまう効果をもっている。このような視覚に訴えて引きこんだ後に，深海掘削を通して，触覚という実感をもってはだに感じさせる叙述の仕方が，また著者の意図を成功に導いた原因ではなかろうか。

本書の構成は５章からなり「第１章　海底のわき出し口」で，アルビン号等による大西洋中央海嶺の中軸谷における海底探検から始まる。ここで熱水の噴出や生々しい枕状熔岩，これに伴う金属鉱床の発見，沢山の裂け目や断層谷の探検が生き生きと語られる。「第２章　深海底を掘る」はグローマー・チャレンジャー号による深海掘削の乗船記であるが，著者の体験に基づくもので，同船の掘削施設や掘削過程が画かれ，試料採取の苦労と採取した瞬間の感激が紙面を伝わってくる。「第３章　太平洋に開いた地球の窓」では，話は太平洋の中央にあるハワイへ移り，ホットスポットからハワイ諸島の諸火山，天皇海山列へと進み，ドレッヂと深海掘削の体験から海底移動による海底山脈の成因が説かれる。「第４章　沈みこむ海底」では，いよいよ舞台は日本近海に移り，海溝の発見から海溝の重力，深発地震帯が語られ，地震の起り方から沈みこみが具体的に画かれてくる。具体的な例として第１鹿島海山の山体のずり落ちが語られ，海溝背後の火山や縁海が海溝での沈みこみと関連して述べられている。最後の「第５章　日本列島は沈没するか」では，過去に陸地だった九州・パラオ海嶺や大東海嶺が沈没して海の底にあることを説明し，それが四国海盆の拡大や古い列島の移動によることや，日本列島の諸問題にこの観点から示唆のある展望を述べている。

著者の体験をまじえながら，海底のわき出し口の探検から海底の沈みこむ日本海溝までの記述を通読している間に，海底が生まれ，水平に移動し，やがて地球の中に沈みこむ過程が，実感をもって感じとられる。最後に日本沈没にまつわる日本近海の話題という，わりあい身近かな問題でしめくくっているのも，深海底に起っている現象が，我々の実生活に深いかかわりをもっていることを理解する上に有効である。本書に取り上げられている話題は，現在研究の最先端を示すもので，本

書から現在どういうことが問題にされており，どこまで分っていて，今後どのように研究が進められていくかがよく分る。著者は本来地球物理学者であるにかかわらず，本書の内容を見ると，地質学的な記述が豊富なことに驚かされる。これは海底の科学が，地質学とか地球物理学とか地球化学という学問分野にとらわれては，進歩が妨げられるという著者の持論が，具体的にあらわれたものであろう。

その内容は非常に高度な専門的内容を含んでいるが，文章が平易で流ちょうであり，専門外の人でも抵抗なく気楽に読める。とくにそれぞれの話題で，著者の体験による航海の断面や寄港地の風物がとり入れられて，海底調査の生活がにじみでており，それが各話題の区切りとして読者の頭を休ませるので，内容が高度であるにかかわらず，楽しい読み物になっている。記述の中に，第1鹿島海山の名が測量艦から由来した記述があるが，これは著者の思い違いで，陸岸にある鹿島・香取の固有名詞からきたものである。しかしこのような些細な誤りは，本書の特色を傷つけるものではない。

全体として本書は深海底に起っている現象を，現在注目されている具体的な話題を通して，実感的に生き生きと記述したもので，最近の海底科学技術の進歩を理解する上に好適な本である。海底の調査にたずさわる人は勿論，隣接諸科学の人々にも是非一読をおすすめしたい。　(茂木昭夫)

日下雅義：歴史時代の地形環境，古今書院，392ページ，1980年。

地形環境という言葉は，あまり耳慣れないが，人間をとりまく地形の諸性状のことで，とくに人間活動や自然環境を構成している他の要素（たとえば，土壌，植生，水，大気など）と深く関係している部分と理解される。著者は，地形を単に地球科学的に研究しようとするのではなく，人間活動と関連づけて研究し，そこに人文地理学と自然地理学の接点があると考えながら，地理学の本来のあり方を追求してきた。地形環境という術語が，著者のこのような研究態度に由来していることは，前著“平野の地形環境”（古今書院，1973年）の中ですでに示されており，本書でもその考え方が持続されている。

本書は，２編９章と結論から構成される。

第Ⅰ編，“地形環境の研究に関する方法論的考察”は，３章からなり，地形環境の研究法が紹介される。

第１章，“自然環境の構成要素に関する総合的・系統的研究”，第２章，“完新世における地形環境の復原”は，著者が1976年から1977年にかけて，アメリカ合衆国に留学された成果を含めながら，議論が展開される。

第１章では，20世紀初頭以降の自然地理学の研究動向が紹介され，最近における論議の中心が，システム・アプローチであることが示される。自然環境の構成要素間にみられる相互関係をシステムとして把握したり，人為による環境改変の影響がそのシステムの変化として捉えられなければならないことが主張される。

第２章では，地形研究に焦点をしぼり，アメリカ合衆国における研究動向が紹介され，ついで，地形環境の復原の実例が多数の文献を利用してのべられる。ここでは，堆積物の詳細な調査，堆積物中に含まれる微化石の分析や，C^{14} による年代測定などにより成果があげられた，最近数千年間の地形発達史や，気候変動，海水準変動などについての研究が紹介される。紹介されている内容は，人間にとっての地形環境というよりは，ここ数千年間の地形発達史という感が強いが，人間の環境としての自然が自然独自でも変遷を続けていることを示すことに著者の意図があるのであろう。

第３章，“地形環境と地形改変”では，おもに日本の例をとりあげ，現在の土地景観が，自然そのままの状態ではなく，二次的な自然と呼ばなければならないほど，人為が加えられてきていることが指摘される。その説明が，弥生時代以降にみられる人間による地形の改変と，それにともなう地形環境の変化についての研究成果から示される。

第Ⅱ編，“近畿地方の歴史的地形環境に関する研究”，は６章からなり，考古学者などと共同調査を行なうなど，地形環境復原のために行なって

きたフィールドワークの成果が示される。取扱われている地域と内容を示すために，以下に第Ⅱ編の目次を示す。

地形環境の復原のために，まず，空中写真の判読と現地調査により詳細な微地形分類図が作製される。ついで，ボーリング資料の検討，ボーリングステッキによる表層地質調査，場合によっては，大規模な発掘調査により，表層数 m の堆積物の形成過程が，明らかにされる。さらに，古文書や古地図などの文献を利用したり，発掘された考古学的遺構や遺物と堆積物との関係を解析して，過去から現在に至るまでの地形環境の変遷過程と人間活動とのかかわりが，時系列的に把握される。それによって，現在の土地景観の中に秘められている歴史がいきいきと再現され，人間と自然の両者によって，それが形成されてきたことが実証される。また，人間活動が地形環境の変化に与える程度が，人間が与えたインパクトの種類や大きさによって異なることはもちろんのこと，それを受ける地形の条件によっても異なることが示されると同時に，インパクトを与えた地域だけではなく，自然のシステムを通じて，影響が拡大していくことも指摘される。このように第Ⅱ編では詳細なフィールドワークをもとに議論が展開され，その真価が発揮されて，読む側の興味をひきつける。

著者も指摘しているように，いわゆる地理学本質論などにのべられている地理学の姿と地理学者が実際に行なっている研究内容との間には，大きなへだたりがある。たとえば，自然環境を構成している諸要素間の関係を，人間活動との関係も含めてシステム的，かつ，定量的に把握する必要があることが指摘されながらも，研究の動向が，そこに向かっているとは言い難いのが現状である。このような状況の中で，フィールドワークという実証的な研究を通じて，地理学の本来の姿を求めようとしている著者の研究態度は，高く評価されるべきである。　　　　　　(松田磐余)

協会記事

将来検討委員会（昭和55年7月22日）

出席者：末野委員長，渡辺(光)，片山，斉藤，坂倉，森本，虎岩，川上，西川，湊，佐藤各委員

議　事：

東京地学協会将来構想に関する答申作成について意見交換を行った。

会員委員会（昭和55年9月19日）

出席者：佐藤委員長，岩生，坂倉各委員

議　事：

会員名簿に関する打合せ

編集委員会（55年度第4回　昭和55年11月14日）

出席者：前島委員長，神戸，五条，式，諏訪，茂木，山口各委員

議　事：

1. 第90巻1号の編集について審議した。
2. 第90巻2号はノルデンショルドシンポジウムの特集号とする事を決定した。

選挙候補者推薦委員会

昭和55年11月14日，12月11日に委員会を開催し，木内信蔵委員を委員長に互選した上で会長候補者1名，評議員候補者15名，監事候補者1名を選出した。

各候補者からの内諾も得たので昭和55年12月28日会長宛に報告し，任務を終了した。

図書委員会（55年度第2回　昭和55年11月19日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，平山，湊田各委員

議　事：

1. 前回議事録を一部訂正のうえ承認した。
2. 前回以降の作業経過および理事会での図書関連事項に関する報告が行われた。
3. 新着図書の今後の処理，整理および地図類の処理，整理，作業日程等について検討した。

理事会（55年度第5回　昭和55年11月21日）

出席者：坪井会長，木内副会長，川上，木村，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事

議　事：

1. 中間決算について木村理事より説明があった。
2. 第24回国際地理学会議特別会計について川上理事から説明があった。決算額は19,949,932円となる見込みである。
3. 東郷正義氏の入会申込みを了承し，評議員会に提案することとした。
4. 国連大学との共同シンポジウムの準備状況について西川理事より説明があり，準備委員会の委員案を了承した。
5. 図書の寄贈先に都留文科大学を追加した。
6. 職員に公務員に準じて期末手当を支給することとした。

報　告：

木内副会長より秩父宮記念学術賞授賞者として岡山俊雄会員を推薦した旨報告があった。なお今年は授賞の対象とならなかったが，明年度の候補者に含める旨通知があった。

その他：

坪井会長より，会館新築，創立百周年記念行事，国際地理学会議が無事終了したので，米寿を迎えた機会に会長を辞職したい旨発言があり，辞表を木内副会長に託された。

将来検討委員会（昭和55年11月21日）

出席者：渡辺，片山，坂倉，岩生，川上，虎岩，平山，湊，西川，式，伊藤，佐藤(光)各委員

議　事：

1. 末野委員長の逝去に伴い佐藤幹事がその代行をつとめることになった。
2. 将来構想を検討する場合，考慮すべき問題点について検討を行った。

地殻開発小委員会（昭和55年12月19日）

出席者：佐藤委員長，岩生，虎岩，川上，西川各委員

議　事：

地殻開発小委員会答申の作成

将来検討委員会（昭和56年1月16日）

出席者：渡辺，片山，坂倉，岩生，川上，森本，斉藤，平山，式，伊藤，佐藤各委員

議　事：

1. 地殻開発小委員会答申

東京地学協会取扱い出版物

（▲印新刊）

1/5万 地質図及び説明書（但し△印は説明書なし）

各 460円 〒 450円

上松　足尾　厚田　阿仁合　赤穂　秋葉山　岩内　飯田　今治西部　伊予三崎　岩館　宇部　宇部東部　襟裳岬　渡島小島　飫肥　大垣　大迫　大畑　近江長浜　大屋市場　鬼鹿　尾花沢　小浜　額田　海南　唐津　冠島　霧島山　串本　鞍岡

甲府　国分　昆布森　猿留　須坂　垂水　田沢湖　但馬竹田　丹後由良　妻籠　土淵　都農　津山東部　都井岬　当別　動木　苫前　富高　那智　男体山　沼田　鋸崎　羽幌　浜益　東茂住　燧岳　平戸　人首　船津　幌加内　本岐　幌泉

母衣月　三日市　三厩　門別　吉野山　呼子　留萌

各 600円 〒 450円

網走　荒島岳　伊万里　内の浦　渡島大島　鹿屋　上里　蠣ノ浦　加子母　金木　加治木　草津　小口瀬戸　佐用　志布志　周匝　男女群島　達布　田並　太良鉱山　近川

智頭　月形　徳舜瞥　仁位　根雨　羽島　初浦　肥前高島付野母崎　日向青島　肥前江ノ島　弘前　深浦　三島　三田井　焼石岳　涌谷　若柳

各 890円 〒 450円

△伊東　五所川原　△横田　脇野沢

850円 〒450円
山形市北部地質図

各 2,390円 〒 500円

伊予鹿島宿毛　坂城

栗栖川　竹田　蓼科山　津島　藤沢　若桜　▲宮古島

2,390円
〒 都内 600　第一地帯 700　第二〃 850　第三〃 1,000

浜松

各 1,390円 〒 450円

磯浜　伊良部島　岩沼　稲取　魚津　渡島福島　川尻　金華山　熊石　五城目　尻屋崎　修善寺　下田　竹貫　多良間島　鶴居　利島　富江　那珂湊　野尻　彦根東部　都城　御蔵島

三崎　屋久島西南部　八雲　陸奥川内　米内沢

各 1,510円 〒 450円

羽後和田　小諸　酒田　知内　大樹　館　多里　大正　津幡　飛驒古川　宮古島北部

各 1,840円 〒 450円

浅舞　秋田　上石見　木古内　千歳　本荘　神門　八ヶ岳　湯沢

2,790円
江住

2,850円
▲上郡

各1組 600円 〒 450円

勝本・郷ノ浦・芦辺　大槌 霞露岳　大間 佐井　新宮・阿田和　八幡浜・伊予高山　見付・掛塚

1/20万 地質図 各 〒 350円

各440円
高知　野辺地　羽幌　松山　輪島　伊良湖岬

各 620円
網走　酒田　標津　苫小牧　深浦

宮津　稚内

各 870円
天塩　尻屋崎

各 1,140円
根室　鳥取　剣山

斜里　留萌

各 1,310円
▲大多喜　宮古島　知床岬　釧路　豊橋　野母崎

1,630円
久遠

1,780円
▲横須賀

1,870円
旭川

2,350円
弘前及び深浦

2,460円
札幌

2,510円
▲秋田及び男鹿

1/7万5千 地質図及び説明書

各 490円 〒 450円
鬼首　高松　徳島　勿来

1/50万 地質図

1,950円
福岡

1,960円
鹿児島

500円
八丈島　奄美大島

2,320円
釧路

以上〒 350円

地学雑誌 隔月発行，1カ年9,900円（送料を含む）。巻号によっては分売もいたします。

ISSN 0022-135X

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 2 (842), 1981

目　次

ノルデンショルド北氷洋周航百年記念シンポジウム

Japanese-Swedish Joint Symposium for the Centennial Celebration of NORDENSKIÖLD's Expedition in the Arctic

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会取扱い出版物　▲印新刊)

各 〒450円

縮尺	書名	価格
1/500万	An Outline of the Geology of Japan	1,030
1/200万	日本地質図(3枚1組)	1,560
1/200万	日本鉱床生成図(14)，鉱種・時代	720
1/200万	日本鉱床生成図(15-1),花崗岩類中心	940
1/200万	絶対年代図(16-1)，花崗岩	650
1/200万	絶対年代図(16-2)，変成岩	900
1/200万	粘土鉱床分布図(17-1)	1,370
1/200万	日本鉱床分布図(17-2,3,4),鉛・銅等	3,010
1/200万	日本鉱床分布図(17-5, 6)，金・銀・硫黄等	2,120
1/200万	日本の熱水変質帯分布図(19-1)	1,540
▲1/200万	熱水変質帯・温泉沈澱物一覧	990
▲1/200万	日本地熱資源賦存地域分布図(20)	1,330
▲1/200万	日本温泉放熱量分布図(21)	1,310
1/200万	日本変成相図	700
1/200万	日本炭田図	890
1/200万	日本油田ガス田分布図	1,150
1/200万	日本温泉分布図 }組の場合1,950円	1,280
	日本温泉鉱泉一覧	930
1/200万	日本活断層図	930
1/100万	日本地質図(4枚1組)	4,690 〒500
1/ 50万	地質構造図　秋田 (1)	890
1/ 50万	後期新生代地質構造図　東京 (2)	1,280
1/ 50万	第四紀地殻変動図　近畿 (3)	1,580
1/10万・1/5万	伊豆半島活断層図 (4)	1,390
1/ 20万	信越地域活構造図 (5)	1,560
1/ 10万	石狩沖積低地地質図	1,240
1/2万5千	佐世保北部地域地質図	850
1/2万5千	鬼首地質図	650
1/ 10万	東京湾とその周辺地域の地質図の説明書のみ	1,080

海洋地質図　各 〒450円

縮尺	書名	価格
1/ 20万	(3) 相模灘及付近海底地質図(説明書付)	1,840
1/ 20万	(4) 相模灘及付近表層堆積図	1,630
1/ 20万	(5) 紀伊水道南方海底地質図	1,700
1/ 20万	(6) 紀伊水道南方表層堆積図	1,280
1/100万	(7) 琉球島弧周辺広域海底地質図	3,610
1/100万	(8) 西南日本外帯沖広域海底地質図	2,000
1/ 20万	(9) 八戸沖表層堆積図	2,350
1/ 20万	(10) 八戸沖海底地質図(説明書付)	1,970
1/100万	(11) 日本海溝，千島海溝南部	2,650
1/ 20万	(12) 西津軽海盆表層堆積図	2,440
1/100万	▲(13) 日本海南部及び対島海峡	2,430
1/100万	▲(14) 北海道周辺日本海及びオホーツク	2,750

図名	番号	地域	縮尺	価格
日本油田ガス田図	(I)	青山奥	1/5万	820
〃	(II)	横浜	1/1万5千	820
〃	(III)	横須賀	1/2万	820
〃	(VII)	魚沼	1/5万 (説明書付)	3,410 〒800
〃	(VIII)	本宿	1/2万5千	1,510
〃	(IX)	七谷	1/2万5千	820
〃	(X)	茂原	1/5万・1/1万5千	2,140
〃	(XI)	佐渡	1/5万 (説明書付)	3,020 〒800

日本水理地質図　各 〒450円

番号	地域	価格
(4)	山梨県釜無川及び笛吹川流域	
(5)	香東川・土器川・財田川流域	
(6)	愛媛県金生川・加茂川・中山川・重信川流域	
(7)	千葉西部	
(8)	奈良県大和川流域	
(11)	長野県松本盆地	
(12)	兵庫県南西部	
(13)	佐賀・福岡県筑後川中流域	
(15)	都城盆地	
(16)	仙台湾臨海地域	
(17)	高知県・鏡川・国分川及び物部川流域	
(18)	福岡・大分山国川及び駅館川流域	
(19)	熊本県白川及び黒川流域	
(20)	鳥取県日野川流域	
(21)	福岡県矢部川中流域	
(22)	山梨・長野県釜無川上流域	1,
(23)	長野・群馬県湯川及び吾妻川流域	1,
(24)	長野県千曲川中流域	1,
(25)	島原半島	1,
(26)	長崎県諫早北高地区	1,
(27)	長野県上川柳川及び宮川流域	1,
(28)	福島県郡山盆地	1,
(29)	福島盆地	1,
▲(30)	甲府盆地	1,

空中磁気図　各 〒450円

番号	地域	価格
(I)	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,
(II)	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,
(III)	浜頓別—雄武—網走海域	
(IV)	御前崎—浜松—豊橋海域	
(V)	西九州長崎—川内海域	
(VI. VII)	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,
(VIII. IX. X)	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-富川-襟裳-積丹海域	1,
(XI XII)	輪島-福井-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-気仙沼-花巻海域	1,
(XIII)	福井-豊岡-隠岐海域	
(XIV. XV. XVI)	豊橋-尾鷲-串本-紀伊水道-室戸-足摺-延岡-宮崎-日南-佐多岬海域	1,
(XVII, XVIII)	天北-十勝地域	
(XIX. XX)	日高—大雪地域	
(XXI. XXII)	奥尻—津軽—西津軽—男鹿半島—酒田海域	1,
(XXIII)	五島列島—野母崎—男女群島—甑島海域	1,
(XXIV)	北見地域	
(XXV)	大隅半島—屋久島—種子島東方海域	1
(XXVI)	佐渡相川—輪島—糸魚川—七尾海域	1
(XXVII)	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島—房総沖海域	1

各〒760円(ただしI，II，IIIは都内760円

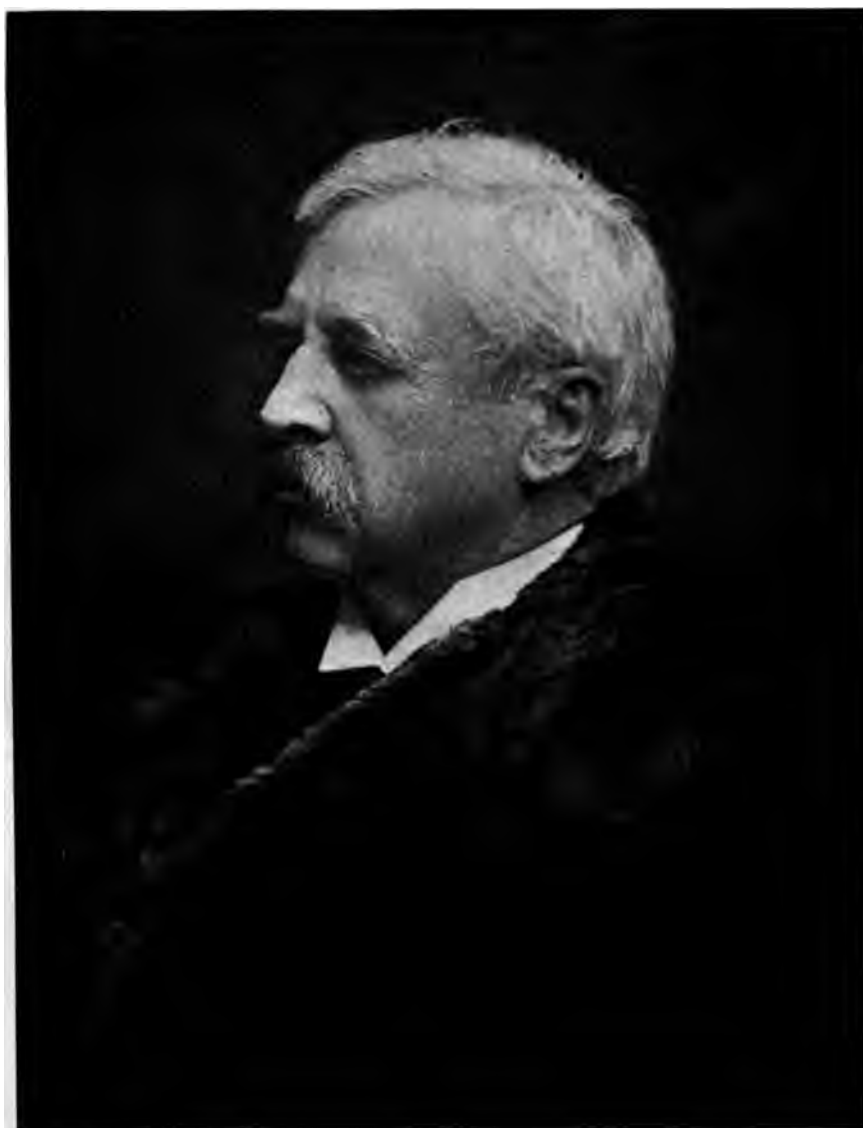
第一地帯880円　第二 〃1030円　第三 〃1180[

図名	番号	書名
日本炭田図	(I)	常磐炭田図(説明書付)
〃	(II)	北松炭田図　(〃)
〃	(III)	留萌炭田大和地区　(〃)
〃	(IV)	常磐炭田泉地域　(〃)
〃	(V)	釧路炭田新雄別地域(〃)
〃	(VI)	石狩炭田空知区東芦辺地域 (〃)
〃	(VII)	釧路炭田北西部　(〃)
〃	(VIII)	雨竜—留萌　(〃)
〃	(IX)	佐世保市南西部　(〃)
〃	(X)	新潟県赤谷　(〃)
〃	(XII)	佐世保西南部地域(〃)
〃	(XIII)	天北炭田地質図 / 炭層対比図炭柱図 / 天北炭田説明書 }組の場合 7,730

Geology and Mineral Resources of Japan

〒都内 760円　第一地帯　880円

第二 〃　1030円　第三 〃　1180円

並製 3,780円

A. E. NORDENSKIÖLD (1832~1901)

開会式，在日スウェーデン大使
Odevall 閣下の挨拶

ノルデンショルド展示室にて

地学会館ロビーにて

V. SCHYTT 博士の
発表（地学協会）

G. HOPPE 博士の発表（地学協会）

E. BYLUND 博士の
挨拶（朝日講堂）

（1980年11月関 健一撮影 photo by K. SEKI）

地学雑誌 90, 2 (1981)

A. E. Nordenskiöld and the Tokyo Geographical Society

Taiji YAZAWA*

It is my great honor to be given an opportunity at the beginning of this symposium to deliver a memorial address on "Dr. Nordenskiöld and the Tokyo Geographical Society". We are pleased to be able to hold the first Japanese-Swedish Joint Symposium on "High Latitude Geography" in commemoration of the Centennial Gelebration of Nordenskiöld's Expedition in the Arctic under the auspices of the Tokyo Geographical Society, the Swedish Society for Anthoropology and Geography as well as the Association of Japanese Geographers. We also wish to welcome the three eminent Swedish geographers.

There is no need to dwell upon Nordenskiöld's great undertaking in the Arctic, into which no man had ever ventured. There must be much to speak of regarding his great contributions to science. At this time, however, I wish to point out through the history of the Tokyo Geographical Society what had brought Nordenskiöld and his party to Japan.

Just at the time when the S. S. Vega left Sweden for her voyage to the Arctic under the command of Nordenskiöld, the Tokyo Geographical Society was being initiated. The Society was originated by several pioneers. One of them was Mr. Watanabe. He was already a member der Österreichischen Geographischen Gesellschaft during his diplomatic service in Austria and keenly felt the necessity of such a society in Japan. On returning to Japan he consulted with Mr. Enomoto, the ex-Japanese Minister to Russia, and Mr. Hanabusa, the Chargé d'Affaires to Korea, about the foundation of a geographical society. At that time Mr. Nagaoka, who had studied for long in the United States and in Europe and was already a member of the Royal Geographical Society, happened to come home and approved to the plan to found a geographical society.

In March of the year 1879, when the Vega was ice-bound in the neighboring water northeast of Siberia, the Tokyo Geographical Society was founded under the presidency of His Imperial Highness Prince Kitashirakawa. At the time of its foundation the Society had a membership of about one hundred. They were members of the Imperial Family, peers, high ranking officials, politicians, men of the wealthy class and few scholars. Namely its membership consisted of persons in the highest stratum of the society at that time in Japan.

The exchange of courtesies with Dr. Nordenskiöld and his party was not only the first activity of the Society just after its foundation, but also, I believe, of deep significance to the Society. The course of such an exchange of courtesies with Nordenskiöld could be found in detail in the Society's bulletin. It was on the 25th

* President of the Association of Japanese Geographers

of August 1879 when von Eisendecker, who was the German Minister Resident, as well as the president der Deutschen Asiatischen Gesellschaft, informed the vice-president of the Society of the success of the Swedish S. S. Vega's voyage in the northeast route from Europe to East Asia and its expected arrival at Yokohama in a few days. He requested the Society to welcome Dr. Nordenskiöld and his party under the co-auspices of the three societies, namely, the Tokyo Geographical Society, the British Asiatic Society as well as die Deutsche Asiatische Gesellschaft. On the 2nd of September the arrival of the Vega at Yokohama was reported. On that day, the Society decided to accept the request of von Eisendecker.

The welcome was held on the 15th of September at Kobu-Daigakko, the predecessor of the Faculty of Technology of Tokyo Imperial University. In attendance was Prince Kitashirakawa, Prince Higashifushimi, the American, Russian and British Ministers and their families, Members of the three societies mentioned above and their families and so on, altogether numbering more than 130 persons. It was really an exceptional grand ceremony at that time in Japan. On that occasion, the Society's special medallion which had only few days ago been cast in silver was awarded to Nordenskiöld. This medallion which is now exhibited in the Society's Exhibition Room through the special kindness of Sweden bears the following inscription in Japanese, namely:

> The Swedish S. S. Vega has navigated from Europe to East Asia through the Arctic Ocean. It must be an achievement of unprecedented magnitude, making a great contribution to the development of Arctic geographical study. That vessel has arrived safely at Yokohama. Today the Society has the honor to invite Dr. Nordenskiöld and his party. Herewith as in memory, this medal is awarded to Dr. Nordenskiöld. September 15th 1879

This short inscription on the medallion, I think, is written from the heart of the Society, and at the same time, the magnitude of the Society's praise for Nordenskiöld's great undertaking should be understood. The Nordenskiöld's address of thanks, of which notes are exhibited now in the Exhibition Room through the special kindness of Sweden, should be noteworthy. In his address he encouraged Prince Kitashirakawa, the president of the Society, to undertake an expedition to the Arctic, especially a voyage along the northwest route from East Asia to Europe by Japanese people under the auspices of the Society.

The exchange of courtesies with Nordenskiöld and his party was really the first undertaking of the Society just after it was founded, as I already mentioned. Surely it was the first opportunity of the Society to contact a distinguished foreign scientist. This event is of deep significance to the Society all the more because it gave great influence to the direction of its activities thereafter. As the progress of financial situation this geo-scientific society strengthened, not only its general activities but also relationships with foreign countries progressed, namely to dispatch delegates to international meetings, to dispatch geo-scientists to field surveys in foreign countries, to attend international exhibitions, to progress the relationships with organizations

in foreign countries and so on.

In the year 1908 the Society invited Dr. Sven Hedin directly from Sweden to discuss his expedition in Central Asia. According to the report printed in the Society's bulletin, his lectures produced a great impression on many audiences. On that occasion the Society recommended him for its honorable membership and awarded the Society's memorial medal to him.

Nowaday we have many geological, geographical and geophysical societies or associations in Japan. However, the long tradition of the Society, especially its function as the common position of geo-scientists has not only been continued but also been intensified. On looking back upon the century long history of the Society, we may find a long continued close relationship between the Society and Swedish geo-scientists. In the year 1956 the Society invited Dr. Hans Petterson of Göteborg to discuss his research on deep sea and awarded the Society's memorial medal to him, praising his great contribution to oceanography, and in the next year, when Prof. W:son Ahlman came to Japan to participate in the International Geographical Union Regional Conference, 1957, Japan, the Society awarded the memorial medal to praise him for his great contribution on research in polar region. In the year 1977, Prof. Sundborg of Uppsala was invited by the Society to deliver his lecture on Norden. Sweden is the country with which the Society has continued its closest relationship.

Based on such a close relationship, I believe, this Joint Symposium in Commemoration of the Centennial Celebration of the Nordenskiöld's Expedition in the Arctic has become reality. Remembering Nordenskiöld's achievement, I hope earnestly that this Symposium will contribute much to further research on high latitude geography in the world and that the relationship between Japanese and Swedish geo-scientists which originated in the Nordenskiöld's Expedition and his arrival in Japan just one hundred years ago will become closer in the future.

To the end I wish to express my cordial thanks to the three respected Swedish colleagues for their attendance at this Symposium all the way from Sweden.

Thank you!

地学雑誌 90, 2 (1981)

Nordenskiöld as an Arctic Explorer

Valter SCHYTT*

Nordenskiöld's last journey to the polar regions, the one to Greenland in 1883, took place 25 years after his first trip to Spitsbergen (1858). He thus carried out ten expeditions during a quarter of a century. Of these ten expeditions, one was a wintering expedition and the Vega journey was a 2-year expedition; during the 25 years concerned, Nordenskiöld spent parts of 13 years on expeditions. Counting all necessary preparations he must have spent most of his time during this quarter-century on Arctic research.

May I first just list the ten expeditions.

1858 and 1861: With Otto Torell to Spitsbergen.

1864: To Storfjorden east of Spitsbergen to reconnoitre for the Arc of Meridian Expeditions.

1868: To western and northern Spitsbergen. Attempts to reach far west towards Greenland and north towards the Pole.

1870: With a Danish ship to west Greenland. Trips to the inland ice-sheet.

1872–73: Wintering expedition on the north coast of Spitsbergen. The first crossing of Northeast Land.

1875–1876: First and second journey to Jenisej.

1878–1880: The Northeast Passage with the Vega.

1883: West Greenland. Long trip to the crest of the ice-sheet.

During eight of these ten expeditions Nordenskiöld was the expedition leader; during the first two with Otto Torell, Nordenskiöld was the second-in-command.

The expedition in 1858 was a small expedition. Torell wanted to study the Arctic glaciers to make comparisons with conditions in Scandinavia. It was at this time that one started to realise that all northwestern Europe had once been covered by a large inland ice sheet which had even carried erratics from Sweden to north Germany.

Many consider Otto Torell the founder of the really scientific polar exploration. His goal was not to reach as far north as possible, or to find new land; it was systematic studies of geological formations and of the large Spitsbergen glaciers. Torell's expeditions laid the foundation for all following Swedish Arctic expeditions, and it was a very fortunate start for Nordenskiöld. He did not only learn from

* Department of Physical Geography, University of Stockholm

Fig. 1 Route map of Nordenskiöld's expeditions

Torell; Nordenskiöld built up a wealth of knowledge about the Arctic by listening to Norwegian skippers and hunters.

The three first expeditions were devoted to geology and to geodetic planning. It was now that the Arc of Meridian project started, which was completed by the Swedish-Russian expeditions at the turn of the century.

The expedition that really made Nordenskiöld world famous was that with the Sofia in 1868. The expedition was scientifically very successful and they brought home valuable collections of fossils. They also reached further north than any ship before, 81°42′ N. In early October the ship was nearly wrecked in a storm, but was saved after extremely hard work by the crew and the scientists.

Nordenskiöld was convinced that with a good ship it should be possible to reach much nearer the North Pole, and he was for some time very anxious to make serious attempts to run a Swedish expedition to the Pole.

In 1870 Nordenskiöld made a short trip to Greenland in order to study the advantage of sledge dogs as compared with reindeer. He became convinced that dogs were not very efficient–a judgement which was based on false premises since several villages were struck by a dog desease at the time. When Nordenskiöld in 1872 went north again, he brought 40 reindeer, looked after by 4 Lapps. All the reindeer, except for one, disappeared during a storm over north Spitsbergen long before they were tried for a North Pole journey. Nordenskiöld's reindeer did not do better than Scott's ponnies on the route to the South Pole.

Fig. 2 Camping in one of the "ice canals", Northeast Land 1873

Fig. 3 Crevasse studies, Northeast Land 1873

The wintering expedition in 1872–73 was not the happiest of Nordenskiöld's journeys. The ice conditions were difficult. Several crews from Norwegian whale hunting ships were beset in the ice and Nordenskiöld had to share his stores with many. He had planned his food for 21 men, but with all the whalers, they became 67 during the whole winter. They were not able to push far north, but from their winterquarters on the north coast Nordenskiöld managed to explore a good deal of the northern coasts and their geology. During the late spring of 1873 Nordenskiöld and Palander made a 400 km walk, which included the first crossing over of an Arctic ice cap–the inland ice-sheet of Northeast Land. Several observations of ice and snow conditions were of such value that they can be made use of even today. His descriptions of the

ice canals are frightening, and having been in the same area I can say that, had Nordenskiöld not been extremely lucky those days, there had not been any Vega-voyage.

Nordenskiöld was not quite happy with his expedition. He had obtained a rich scientific harvest, but he had not been able even to try a North Pole journey. And the physical hardships had been rough. However, Spitsbergen had now become the best explored Arctic island, and Nordenskiöld's interests were attracted by the far eastern Arctic. He was not a single-minded scientist. He was a member of the Swedish parliament, and he was interested in developing the economic activities in the newly explored areas. He was engaged in exploitation of phosphate deposits in Spitsbergen–but the company, he helped to set up, went bankrupt after one single summer.

His next great interest became the opening up of commercial traffic along the Siberian coast. He believed in it, and he wanted to prove it. In 1875 and 1876 he took two small expeditions, on small ships, all along the coast to the Jenisej–and even up the river. The ice conditions were favourable, and when, in January 1877, Nordenskiöld presented the idea of a scientific expedition through the Northeast Passage, the Swedish King Oscar II, immediately offered his support. The two Jenisej expeditions had been very successful and Nordenskiöld had gained a friend and supporter in Alexander Sibiriakoff, a Siberian merchant. The King, Sibiriakoff and a Swedish merchant, Oscar Dickson, finally paid one third each of the total costs of the expedition.

It is true that the aim of the expedition was a circumnavigation of the Eurasian Continent, but it was equipped for scientific research. There was an experienced botanist, Dr. Kjellman, and an as good zoologist, Dr. Stuxberg, onboard the Vega when she sailed from Sweden at the end of June 1878. Ice conditions were good, and on 19 August the Vega anchored up outside Cape Tjeljuskin, the northernmost point of the Old World. This was the first time that a ship had reached this far north in this region. Some ice difficulties were met with already the next day; but by making a quick retreat, Vega soon got out in open water. On Aug. 27 Vega and her support ship Lena were near the mouth of the river Lena, and Vega proceeded from there on her own.

Fig. 4 Vega

During the month of September progress was slower and on the 28th they found the ice floes frozen together by new ice and the ship could not proceed any further.

The temperature continued to drop and Vega was frozen in for the winter. This was of course a great disappointment for all expedition participants.

They had all believed that the Northeast Passage was more or less completed; had they arrived at Pitlekaj only a few hours earlier, they would have reached open water only 4–5 km further east, where an American whaler was anchored up on the same day. The winter came early that year, very early indeed. And there was nothing else to do than to accept the situation. Vega had only 60 Hp.

Now, one hundred years later, we can say that from scientific point of view the wintering at Pitlekaj made the Vega-expedition a really worth while expedition. Had she managed to get through in one summer only, the Vega-expedition had been known for the first Northeast Passage, an extraordinary contribution to geographical exploration. But now, with one long winter of intense research, the expedition obtained scientific results of long-lasting value. The most important results were gained in geomagnetism, northern light observations, zoology, botany, mineralogy and ethnological studies of the chukchi; the native people of the district.

On the 18th of July 1879 the Vega got free from the ice and only two days later she steamed out of the Bering Strait–and the Northeast Passage was completed. The search for this sea route had been started by Sir Hugh Willoughby in 1553. It thus took 326 years, and many expeditions perished trying their luck.

Nordenskiöld had proven that it *was* possible to sail along the coast; his opinion that Cape Tjeljuskin was not the worst passage was later confirmed by Nansen and others. But the whole passage did not develop to really commercial importance until many years later, when the Soviet Union felt the need for heavy transport in the North and developed a proper fleet of ice-breakers.

It did not last more than three years until Nordenskiöld's next expedition was launched; this time to Greenland. The main object of this expedition was to make a long walk up to the central parts of the vast ice sheet. Nordenskiöld had been there before, but never really far in. He shared the belief of several other scientists that there might be a large ice-free area in central Greenland, an area which may even support vegetation and animal life.

There were a number of famous scientists on the staff. Nathorst, Kolthoff, Hamberg and several others, well known today.

The trip to the ice-sheet became quite successful. Nordenskiöld himself reached a height of 1500 m above sea level but the progress became very slow, and Nordenskiöld decided to send his two Lapps out for a two-day ski run further to

the east. They reached an elevation of 2000 m, and they must have been very close to the ice crest when they turned. The two Lapps covered a distance of 230 km in two days. They had seen no trace of ice-free land–just an even, flat snow desert. At the time an important geographical fact.

Fig. 5 The two Lapps starting out for the long trip to the crest, Greenland 1883.

The geological results were even more important. Dr. Nathorst managed to collect enough rocks, and map areas large enough, for a proper dating and understanding of the geological history.

Fig. 6 No very democratic procedure, Greenland 1883.

The whole west coast up to northern Melville Bay was explored and except for the natural history of the land, Nordenskiöld paid much attention to studies of old and new Eskimo villages as well as of settlements from the Norse Period, from the old Vikings.

Fig. 7 Crossing the crevassed area, Greenland 1883.

The 1883 expedition to Greenland was Nordenskiöld's last expedition and reading about all ten of them it is interesting to see how *one* expedition always gave rise to the next. They followed each other in a very logical order. The short journey to Spitsbergen in 1858 proved what a rich and fruitful field this was for scientific work and therefore Torell and Nordenskiöld returned in 1861. Since they were not able to carry out all geodetic work during that summer, Nordenskiöld returned in 1864. Then came two attempts to reach very far north. Once by ship in 1868 and then, when this proved hopeless, he decided to try a Pole journey over the sea ice in 1872–73. When this was also unsuccessful, he decided he had done enough for the exploration of Spitsbergen and wanted to try his luik in the east.

It was quite logical that he choose the Kara Sea for the next project. During his journeys he had heard the Norwegian skippers talk about the good ice conditions in the Kara Sea. They had given reports completely different from what theories said. The successful journeys to the Jenisej in 1875 and 1876 showed him that, because of the large amounts of fresh river water, there was a wide ice-free lane along the whole coast. That, in its turn, gave him the idea to proceed further east– through the Northeast Passage.

His short expedition to Greenland in 1871 to study the use of dogs gave him an opportunity to reach the edge of the inland ice-sheet and even to walk more than 50 km inland from the ice edge. This was a pioneering effort, and it had to be followed up properly. Thus, the 1883 expedition to the interior of Greenland.

During these long journeys Nordenskiöld learnt a lot himself. A good expedition leader must know at least a little about all the different research projects onboard. He must understand their scientific implication, and he must know much in order to plan well. During the course of an expedition the leader will always be able to learn from his colleagues, and Nordenskiöld made good use of those opportunities.

He started out as a professor of mineralogy, but he was soon a clever geologist, and even though Dr. Nathorst did not consider his superior a really competent paleontologist, he accepted him as an extremely good fossil hunter with good knowledge of Arctic stratigraphy. He was an interested botanist and zoologist– particularly entomologist. He made astronomical observations, and he had several opportunities to make quite qualified ethnography among Eskimoes and various tribes in northern Siberia.

He was a keen collector and brought back much of value to Swedish museums. The largest single item was a huge block of nearly solid iron weighing 25 tons. Nordenskiöld believed it was of cosmic origin, a large meteorite, but few scientists agreed.

He was, of course, considered as the great authority in Sweden on Arctic research, and as such he was always ready to assist other scientists with advice. As an example, one may mention S. A. Andrée, who was strongly supported by Nordenskiöld, when organizing his balloon journey towards the Pole in 1897.

Nordenskiöld was certainly an outstanding geographer in the old sense of the word, but all his expeditions had strong systematic programmes in several branches of science, and he had great influence on many younger scientists who later developed to well-known explorers.

Without Nordenskiöld Sweden's truely scientific polar expeditions would have

finished in 1861, and progress in polar research would have been very much delayed.

北極探検家としてのノルデンショルド

ヴァルテル・シット*

ノルデンショルドは，1858年から1883年までの25年間に，10回に及ぶ極地探検を成し遂げた。最初の2回のスピッツベルゲン調査探検は，科学的極地探検の創始者オットー・トレルの指揮のもとに行なわれ，その後のスウェーデン極地探検の基礎を築いた。

1868年の探検を機に，ノルデンショルドは世界的にその名を知られるようになった。この探検では科学的にも大きな成果をあげたが，これによって彼はスウェーデン探検隊による北極点到達を提唱するようになった。1870年，1872年の2回にわたり，グリーンランド・スピッツベルゲンへの短い調査の後，1872年から1873年にかけて，スピッツベルゲン北岸に沿う冬季の探検に挑み，初の北極氷床横断に成功した。

この頃からノルデンショルドの関心は次第に北東航路へと向けられ，1875年と1876年には小さな船でシベリア沿岸沿いにエニセイまで到達した。1878年6月，ノルデンショルドの一行を乗せたヴェガ号はスウェーデンを出航して，ユーラシア大陸周航の途についた。しかし，2カ月後にはレナ河口付近で厚い氷に行く手を阻まれ，翌年の7月まで越冬を余儀なくされた。解氷後わずか2日でベーリング海峡を通過したヴェガ号は，ここに初の北東航路周航に成功したのである。

1883年，ノルデンショルドによる最後の極地探検がグリーンランドの西部を中心に行なわれた。広大な氷床の旅で，探検隊の一部は標高2,000mの地点にまで到達した，彼自身が事前に確信していた内陸の無氷域は発見できなかったが，数多くの地学的成果が得られた。

ノルデンショルドの偉業が，その後のスウェーデンにおける極地研究に多大の貢献をなしたことは言うまでもないことである。 (三上岳彦)

* ストックホルム大学自然地理学教室

地学雑誌 90, 2 (1981)

The Extent of the Inland Ice-Sheets over Northwestern Europe and European Arctic during the Last Glacial Period

Gunnar HOPPE*

The extent of the ice-sheets in northern and arctic Europe in the past has been under discussion from different points of view for about a century, the basic and fundamental aim being to figure out, understand and if possible also predict the changes of climate.

Peculiarities in the distribution of plants and animals in north-western Norway, as well as in Iceland and Svalbard, have induced many biologists to postulate the existence of vast ice-free areas–"refugia"–during the Weichsel (Würm, Wisconsin) glaciation. Arguments other than biological ones have also been used to support the concept of refugia. For example, coastal areas characterized by cirques, such as the Lofoten Islands, have obviously been sculptured by glaciers, but the preservation of these landforms has been interpreted as evidence that continental ice-sheets did not override them; if such were the case the cirque topography should have been smoothed out. Pinnacle-like mountain peaks have been regarded as former nunataks. Mountain-top detritus ("Felsenmeer") and the deep weathering of rocks, both supposed to require a very long time to develop, have also been considered as indications of non-glaciation. However, other scientists, both earth scientists and biologists, have opposed the refugium theory, and they have rejected many of the arguments advanced by those favouring it.

This controversy was one of several reasons for a series of expeditions and field trips having been organized, during the last 20–25 years, by the Department of Physical Geography, University of Stockholm. Other reasons were interest in the relationship between the size of ice-sheets and eustatic changes of sea-level, in former climatic conditions, etc.

Separate ice-sheets over most of Scandinavia, Great Britain, the Shetland Islands, the Faroe Islands, Iceland and the different islands of Svalbard represent the minimum extent of the Weichsel glacierization around the Norwegian Sea. On the other hand, the seaward margins of the continental shelves should normally delimit the maximum area of the ice-sheets. Such views have naturally defined the objects of the different projects, which were directed to the Shetlands (1964), to Svalbard as follows:

Nordaustlandet (1957–58 and 1966), Spitsbergen (1965, 1966 and 1969),

* Department of Physical Geography, University of Stockholm

Barentsöya and Kong Karls Land (1966), Edgeöya (1967), Björnöya and Hopen (1965); and to many places on the outskirts of Iceland, between 1967 and 1979: like Grímsey, Langanes, Papey, Flatey, Látrabjarg. Field work in these widely separated localities has provided the basis for the conclusions of this paper.

The Shetland Islands

The Shetlands are situated only about 300 km west of the coast of Norway, hence they are in a key position for contributing to a solution of the problem under consideration.

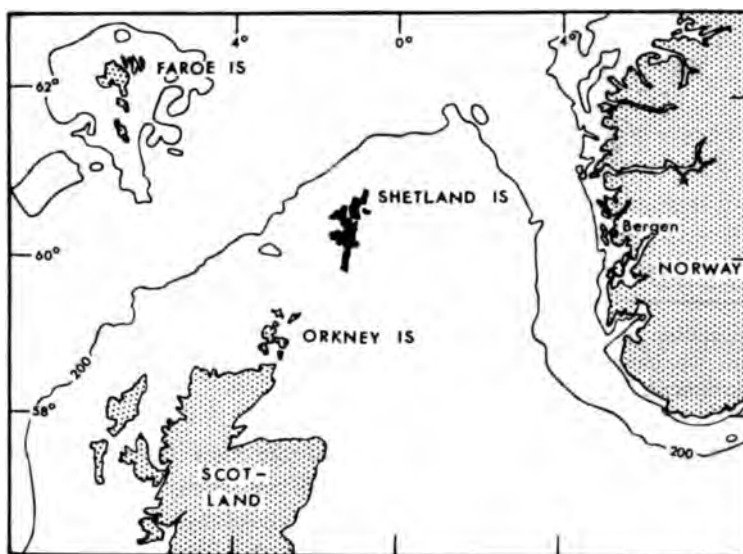



Fig. 1 The Shetland Islands are situated not more than 300 km from the Norwegian coast: only in the Norwegian channel does the depth of the sea exceed 200 m.

The basic paper on the glaciation of the Shetlands was published nearly 100 years ago by Peach and Horne. On the basis of more than 300 striae observations and of the travel paths of the stones in the "boulder clay" they stated that there has been a "primary glaciation", when the Shetlands were overridden by an ice-sheet from Scandinavia; this ice-sheet coalesced with the ice-sheet over Great Britain in the North Sea area. It was followed by a "later glaciation", when the Scandinavian ice-sheet had retreated and "was not longer confluent with the small glaciers that lingered on". This "later glaciation" was characterized by "a local radiation of the ice".

Later papers and cartographic compilations usually show separate ice-sheets over Scandinavia, the British Isles, and the Shetlands during Weichsel time, whereas a continuous ice-sheet is believed to have covered these areas during an earlier

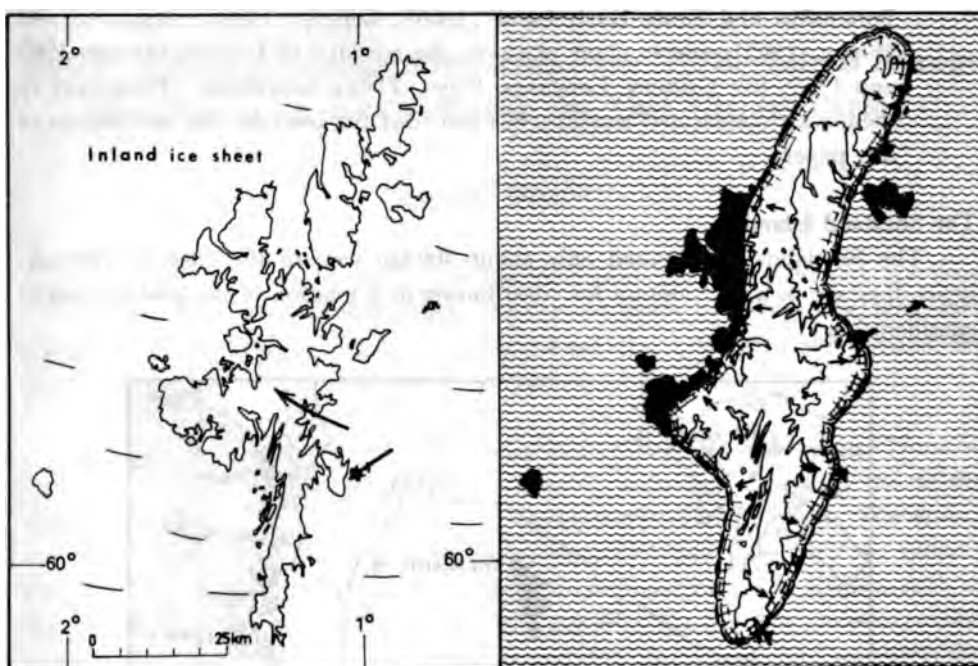



Fig. 2 Glaciation of the Shetlands during the Weichsel glacial period. Left: during the maximum stage. Right: during deglaciation. Arrows show main ice movement.

glaciation. A few authors, however, have held the view that a coalescence took place between the Scandinavian and the British ice-sheets during Würm time as well.–The whole topography of Shetland is influenced by a glaciation as demonstrated for instance by fjord valleys and drumlins; there may also be erratics. The results of our investigations in the Shetlands are, however, mainly based especially on glacial striae and can be summarized in the following way:

The majority of the striae indicate the existence of a local ice-cap over the Shetlands. This ice-cap can be referred to a late stage of deglaciation. In some places there are striae demonstrating a strong older ice movement from the east; i.e., most probably from Scandinavia.

There is no doubt that the two sets of striae belong to the same glaciation. This is proved both by the well-preserved condition of the older set and by the successive transitions between it and the younger set.

In conclusion: the Shetlands were once overridden by an ice-sheet coming from the east, which most probably means Scandinavia. The thinning out of the ice-sheet during an early stage of deglaciation resulted in a rapid retreat of the ice around the

Shetlands–mainly by iceberg calving–not only on the western side but also to the east, where the deep Norwegian Channel must have had great influence. As a result a separate ice-cap was isolated on and around the Shetland Islands. It was still a rather active dome in which radial flow occurred toward the sea.

In order to date the time of deglaciation a series of C^{14}-age determinations were undertaken on the basal organic material in lake sediment cores; i.e., just above the point at which the pure clay had changed to a more or less clayey gyttja. Most of these datings have given ages of about 10,000 C^{14} years. However, there are two dates of 11,000 to 12,000 years. This suggests that deglaciation had taken place a rather short time before, i.e.; most probably during the Alleröd and/or the Bölling intervals.

Svalbard

Systematic studies of the Weichsel glaciation of Svalbard were begun in 1957–58; they made it clear that Nordaustlandet had been covered by thick ice which had retreated from the north-western part of the island approximately 10,000 years ago. These studies were taken up again and extended to other parts of Svalbard during expeditions in 1965 to 1969.

Earlier investigations on Björnöya had not given any evidence of anything more extensive than a local ice-cap over the island, and Hyvärinen found, mainly by studies of sediments from lakes at elevations above 20 m, that sea-level in post-glacial times cannot have been much higher than at present. This fact, however, cannot be taken as proof that Björnöya was not covered by a large ice-sheet during the Weichsel glaciation. Deglaciation may have proceeded in the same way as in the Shetlands, where raised beaches also are absent; i.e., older traces of glacial movements were partly or completely destroyed and were replaced by traces caused by a local ice-cap. The position of Björnöya, quite close to the continental slope, must have prevented an ice-sheet from becoming very thick. This suggests that no significant isostatic depression can have occurred, that much of the rebound may have occurred before final deglaciation, and that isostatic uplift after deglaciation has been more than compensated for by the rise of sea-level.

The raised beaches found everywhere on the main islands of Svalbard show clearly that these islands have been covered by a large ice-sheet. With the help of driftwood, whale bones and shells, the beaches can be dated and land-uplift curves can be constructed. These go back to 10,000 to 11,000 years before present in some areas; at that time the uplift was rapid, demonstrating that deglaciation had occurred recently.

A general idea of the extent of this ice-sheet can be gained by constructing

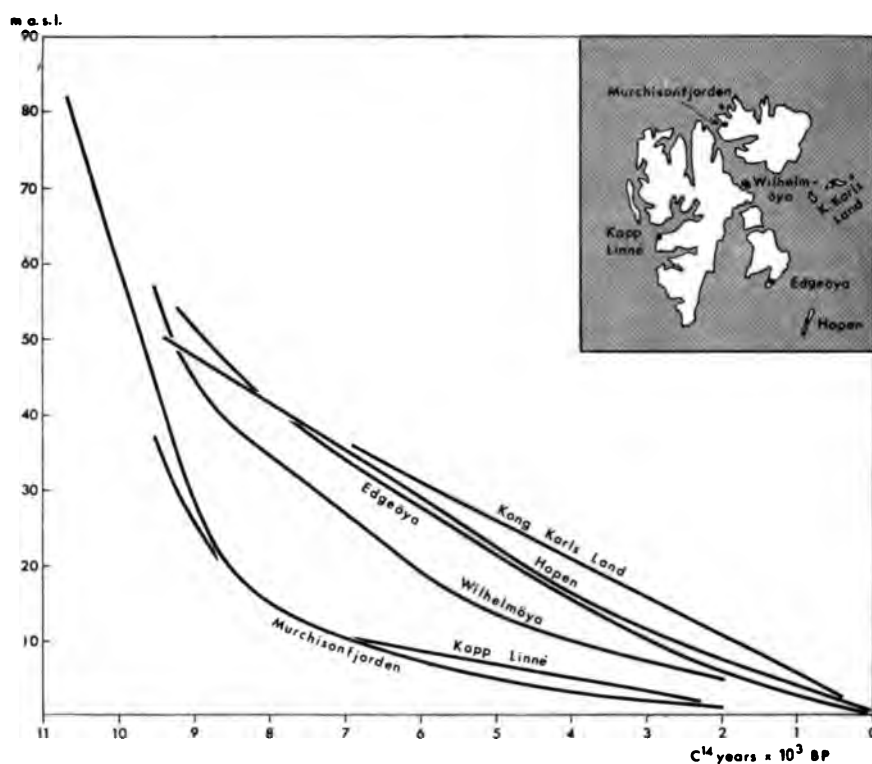



Fig. 3 Land uplift curves of different parts of Svalbard.

isobases on suitable marine features for any given point in time. Conditions are especially suitable for this purpose as there is a more or less synchronous shore feature, the so-called pumice-level, which at many places in Nordaustlandet and Spitsbergen is marked by the occurrence of pumice. This level was presumably formed over a considerable period of time, at least in the north. This is indicated by the fact that a prominent beach is often cut into the bedrock in many parts of northern Nordaustlandet and also because a certain scatter of the C^{14}-datings is common. However, the dates do indicate that the beach was in the process of formation about 6,500 years ago. In areas without the pumice level, the isobases for sea-level 6,500 years ago can be reconstructed with a fair degree of certainty by utilizing C^{14}-dates and land-uplift curves.

The isobase map, which also includes Franz Josef Land (where data have been contributed by our Russian expedition participant, M. G. Grosswald) shows a vast uplift area centered east of Spitsbergen and south-east of Nordaustlandet. This ice-sheet most probably reached the edge of the continental slope in the direction of the Norwegian Sea. Large end moraines on the sea bottom outside fjord valleys of north-western Spitsbergen may indicate where it ended.

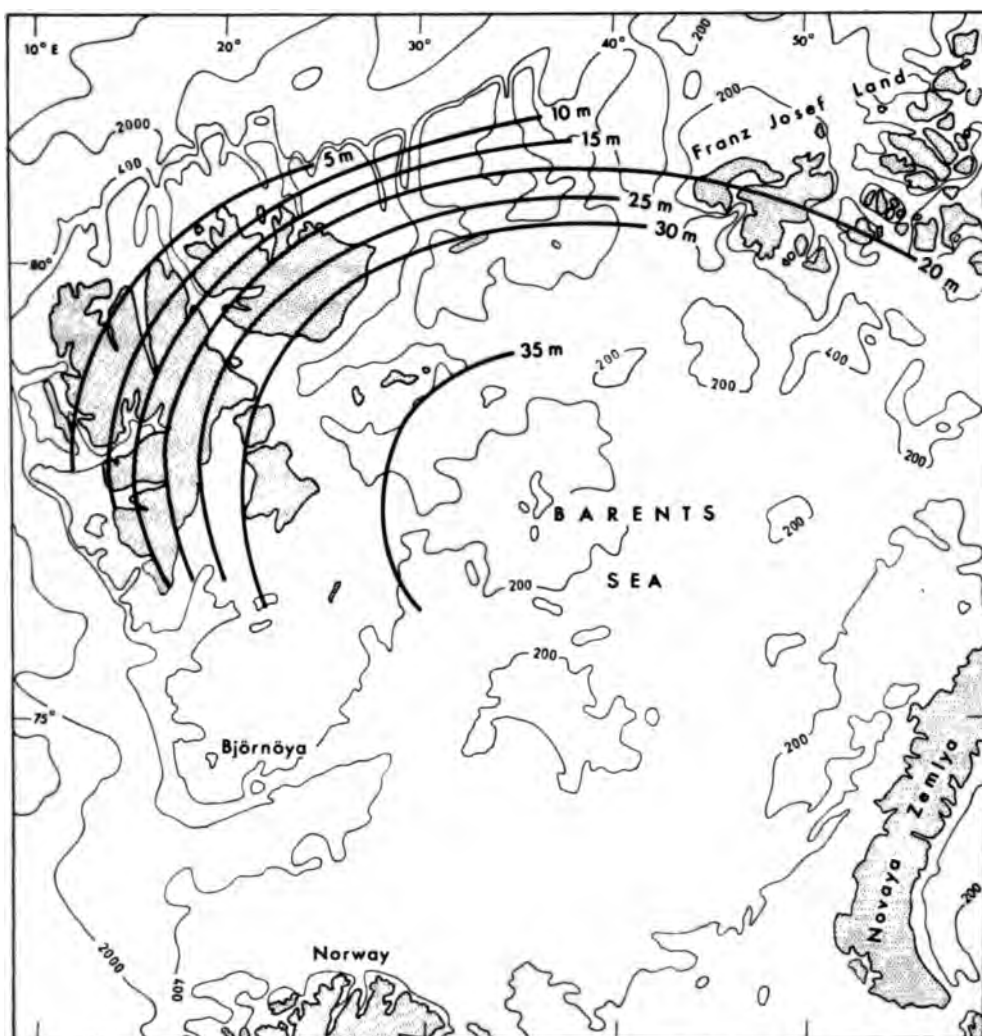



Fig. 4 Outlines of isobases of Svalbard and adjacent areas, showing land uplift during the last 6500 years.

Evaluation of the pattern of uplift and of glacial striae and other evidence of glacial movement and behaviour leads to the following conclusions about the sequence of glacial events in the Svalbard area:

1. Glaciers and ice-caps developed on the different islands and covered more and more of them, as well as parts of the Barents Sea. Successive coalescence occurred between the different units.

2. At the maximum extent of the ice-sheet, the center and culmination had moved

to the east-southeast of Spitsbergen, Nordaustlandet.

3. Deglaciation occurred as the reverse of the process described above in 1, with destruction of the eastern and south-eastern part of the ice-sheet aided considerably by calving activity, with a separation of the ice-sheet into different units, and with a final retreat to areas which are now glacierized.

This sequence offers an interesting parallel to the history of the ice-sheet in northern Scandinavia; i.e., an initial development in the high mountains, a shift of the ice center eastwards over the Gulf of Bothnia, and the retreat of successively smaller units into the high mountains.

Many problems concerning the Barents Sea ice-sheet remain to be solved. Was it connected with the ice over Novaya Zemlya or with the Scandinavian ice-sheet? So far there is no concrete evidence of connections. What is the significance of the high-level shells, often well-preserved, with finite ages in the 30,000 to 40,000 year range or with ages beyond the range of the C^{14}-method? Do they suggest a mid-Weichsel interstadial between two glacierizations of Svalbard and adjoining sea areas –a parallel to the development, for instance, in continental Europe? Or do they relate to the Riss-Würm interglacial?

Iceland

The extent of the last glaciation of Iceland has been considered by many scientists. Thoroddsen believed that Iceland was almost completely covered by ice "so dass nur ganz unbedeutende Spitzen und Kämme aus dem Rande der Eisdecke hervorgeragt haben". He mentions the Bláfjall mountain as a probable nunatak. It should be pointed out, however, that Thoroddsen accepted only one glaciation of Iceland. In most cases later authors have held the opinion that large areas of Iceland and of the surrounding shallow shelf were ice-free during the last glaciation and that significant elements of the biota thus survived the last glaciation in Iceland.

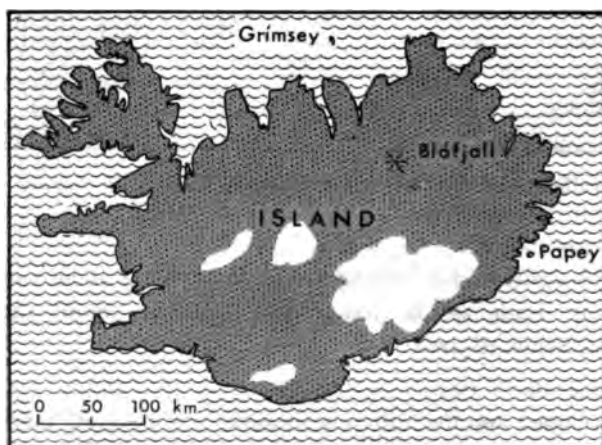



Fig. 5 Orientation map of Iceland.

Grímsey, as the outermost island of Iceland, should figure in any discussion of

ice-free areas during the Weichsel glaciation. Earlier it has been considered either that the island never was glaciated or that it was not glaciated during Weichsel time.

The present author found distinct glacial striae at 12 localities; normally they show an ice movement from the south, influenced to some extent by local topography. On the south headland a younger set of striae also appears, demonstrating the occurrence of a calving bay over the adjacent Skjálfandadjúp during deglaciation. On the southern half of Grímsey a series of meltwater channels was formed near the border of the ice-sheet.

Fig. 6 Traces of glaciation of Grímsey.

From this and other evidence it appears that Grímsey must have been overridden by an ice-sheet thick enough to cover the highest parts of the island. The well-preserved meltwater channels and apparent absence of older soils over the thin till deposits strongly suggest a Weichsel age for this glaciation.

Papey, a small island of the eastern coast of Iceland, is in a key position similar to that occupied by Grímsey on the north coast. According to Trausti Einarsson, Papey and parts of the adjoining mainland were not ice-covered during the last glaciation; Kjartansson, however, rejects the idea of an unglaciated

area and maintains that "an almost uninterrupted brim of a piedmont glacier was formed on the coastal plain".

Observations made during the author's visit to Papey made it clear that much of the landscape is made up of well-preserved roches moutonnées.

No clear evidence of glacial striae was found, but this may have been due to hazy weather at the time. In any event, it seems likely that the whole of Papey was ice-covered during Weichsel time.

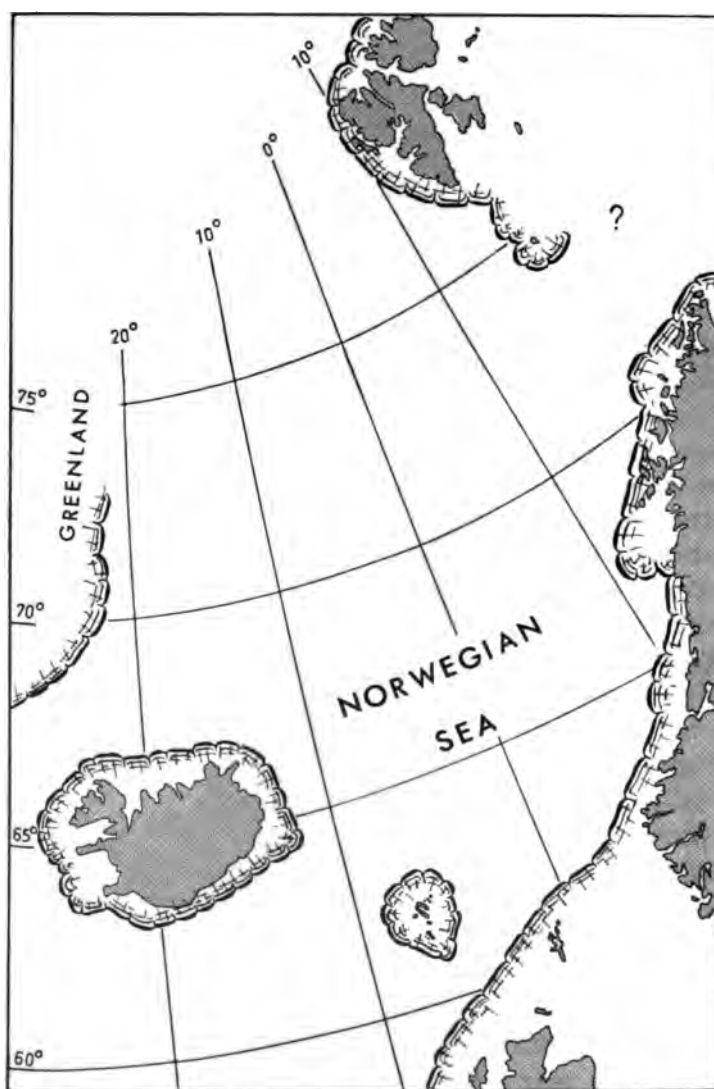



Fig. 7 The probable extent of the Weichsel ice-sheets of northwestern Europe.

Visits at other localities on the outskirts of Iceland, like Flatey on the west coast have given similar evidence.

In conclusion it seems clear that all of Iceland, with the possible exception of small nunatak areas, was covered by an ice-sheet during Weichsel time and that this ice-sheet extended to the borders of the continental shelf.

General conclusions

Investigations covering the Shetland Islands, Svalbard, and Iceland, and to some extent also Norway, indicate that during Weichsel time ice-sheets everywhere extended beyond the present coastlines and that they probably reached the outer edge of the continental shelves.

In the seventies the extent of the Weichsel ice-sheets in northwestern and arctic Europe has been considered by many scientific groups; in Great Britain, Canada, USA and USSR, with different results. Of special interest are investigations undertaken by Sovietic scientists in the northern parts of their vast country. Our Russian colleagues have found series of end moraines formed by ice coming from the north, the youngest ones with an age of not more than 10,000 years. They look upon these end moraines as a definite proof of a very vast ice-sheet, covering the whole of Barents Sea during the last part of the Weichsel glaciation. More than that, this group of Russian scientists has proposed that the Late-Weichsel Eurasian ice-sheet extended uninterruptedly from SW Ireland to the northwestern part of the Taimyr peninsula for 600 km, and covered more than 8 million km^2 of which 50 percent fell on continental shelves. Its disintegration was not completed until the early Holocene.

One of the main objects of our arctic expedition, called Ymer-80, in 1980 will be to collect more information about this vast ice-sheet in areas so remote that they have been visited very seldom at least by earth scientists.

最終氷期のヨーロッパ北西部および北極圏ヨーロッパにおける大陸氷床域

グンナー・ホッペ*

ヴァイクゼル氷期（最終氷期）に広く氷床におおわれたスカンジナビアや北極海の島じまのなかに，氷におおわれることからまぬがれた地域があったかどうかは，生物学と地球科学における重要な問題になっている。この問題に加えて，氷床の大きさと海面変化との関係，過去の気候条

* ストックホルム大学自然地理学教室

件などの問題を解決するために，ストックホルム大学の自然地理学教室では，過去25年間にわたって数多くの探検・調査をおこなってきた。

氷河擦痕からみて，シェットランド島は，ヴァイクゼル氷期には東側から拡大してきた氷床（スカンジナビア氷床）によって完全におおわれたことがあった。その後一時期，島は，スカンジナビア氷床から分離した孤立アイスキャップにおおわれていた。

スバールバード周辺では，隆起汀線から知られた解氷後の地盤隆起と，氷河の擦痕から，次のような氷河の変遷があきらかになった。まず，氷河が拡大し，それぞれの島ごとにアイスキャップをつくり，次にそれらが合体して大きな氷床になった。最大拡張期には，バレンツ海に氷床の中心があった。その後，氷河の拡大とは逆の変遷をへて氷河は現在の状態にまで縮小した。

ヴァイクゼル氷期のアイスランドは，小さなヌナタックをのぞいて，大陸だなのへりまで氷床におおわれていたことがあきらかになった。

これらをまとめると，ノルウェー海をとりまく地域では，ヴァイクゼル氷期には，現在の海岸線までは確実に，おそらくは大陸だなのへりまで氷床におおわれていたといえる。しかし，バレンツ海の氷床の範囲はまだよくわかっておらず，1980年におこなわれるイーメル80の調査に大きな期待がかけられている。（岩田修二）

地学雑誌 90, 2 (1981

ヤクーチヤ(シベリア), バロー(アラスカ), マッケンジーデルタ(カナダ)における いくつかの典型的な永久凍土地形

木 下 誠 一*

Some Typical Landforms of Permafrost at Yakutia (Siberia), Barrow (Alaska) and Mackenzie Delta (Canada)

Seiiti KINOSITA

Abstract

Scientific expeditions in permafrost regions were carried out at Yakutia. Siberia in the middle of August, 1972 and at Barrow, Alaska and Tuktoyaktuk, Mackenzie Delta in the summers of 1974 and 1977.

I Yakutia, Siberia

Field observations were conducted on permafrost around Lake Surdakh, which is located 250 km northeast from Yakutsk, Siberia. Lake Surdakh is an alas, which is a depression formed by a thermokarst development in which local deep thawing has taken place in permafrost masses accompanied by the melting of ground ice. The shape of the alas is nearly round and the diameter of Lake Surdakh is about 4 km. The lake is surrounded from all sides by a larch forest. The height of the basin cliffs is about 20 m. At some places along the cliffs underground ices are exposed. The top of the ices is 1.5 m below the top of the cliffs and the ices sink into the ground in a wedge-like shape. Observations were made as to the exposed ice, the soil around the exposed ice and the forest above the ground, and also on the some alases in the vicinity.

II Barrow and Tukutoyaktuk

Field observations were conducted on high center polygons, pingos, ice wedges and exposed massive ground ice, all of which showed characteristic land feature of the tundra area composed of permafrost.

a. High center polygon

Spreading gregariously, high center polygons formed an orthogonal net pattern near Footprint Creek, 3 km southwest of NARL, Barrow. Each mound was 5–10 m in width and 50–100 cm in height. A crack ran along the trough between two neighboring mounds. The surface at the raised center of a mound was covered with vegetations including willow, birch and crowberry. Core samples showed the structures of layers; namely, the upper layer of 5–10 cm in thickness was composed of mixture of roots,

* 北海道大学低温科学研究所
Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

organic material, and silt, while the layer underneath was composed almost of ice-rich peat, which had such an extremely high water content as amounts to 1000–2000%, the ice being uniformly contained not in the form of ice lenses. Meanwhile, as for the trough, its surface was covered with gramineae or formed puddles, while the layer above the depth of 40–50 cm was composed of silty soil and contained distinct ice lenses, whereas the layer below this depth was composed of ice, which was polycrystalline with ice crystals several cm in length and almost stretching vertically. Polygons studied by the authors exemplified the type of ice-wedge polygons.

b. Pingo

The most spectacular landform associated with permafrost in the pingo formed in the shape of a conical hill. More than 1000 pingos have been mapped in the Mackenzie Delta. Some pingos which stands along the sea coast has been eroded by sea waves, some parts being cut open. The pingo is a small mound which has risen as the result of ice segregation taking place inside. It was made clear that some pingos studied had started to rise long before because the ground at the top contained such a driftwood piece, shells and pebbles that exist in the lowland at present. At the top the layer structure of core samples was firstly sand formed by weathering, and secondly silt, and then clay, which was in the form of conspicuous angular clods of clay and contained ice as orthogonal nets. At the crater ice was found at the depth of about 100 cm, which was polycrystalline with ice crystals having almost the same size both in the vertical and horizontal dimensions. At the foot angular clods of clay were also found at some depths.

c. Ice wedge and exposed massive ground ice

A terraced land developed along the sea coast ranging from 4 to 5 km to the southwest of Tuktoyaktuk PCSP Camp. Exposed along the cliff facing the Beaufort Sea were a massive ground ice body and ice wedges being formed at some intervals between the top of the cliff and the ground ice. The ground ice contained horizontal sand layers at some intervals. The ice structures of the ground ice and ice wedges were polycrystalline with ice crystals having the size as large as 5–10 cm.

文部省科学研究費補助金による海外学術調査として“シベリア学術調査”(昭和47年), “永久凍土圏学術調査”(昭和49年, 52年, 55年) が行なわれた。この調査は, 物理及び生物の両面からの総合調査で, その結果については昭和55年度のを除き, 既に報告がなされている[1,2,3]。これらの調査で得られた知見のうち, 特にヤクーチヤ(シベリア), バロー(アラスカ), マッケンジーデルタ (カナダ) の永久凍土地域における典型的な永久凍土地形について, その若干を紹介しよう。

I. ヤクーチヤ(シベリア)

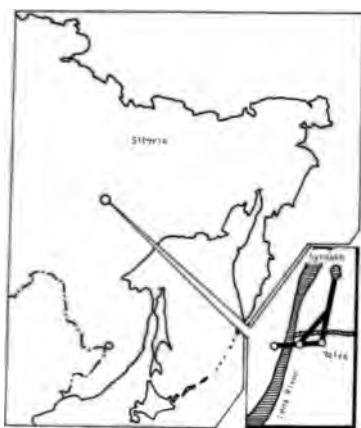
シベリアのヤクーチヤ (ヤクーツク地方) は, 冬の最低気温が−60°C 以下になることもある世界の寒極と称される地域である。地下は250m にもわたって永久に凍っている。しかし, この永久に凍る大地の上にはタイガと云われる大樹林帯が存在する。ヤクーツク市の年平均気温は−10°C で, 冬期間の積算寒度は7,000~8,000°C day もある。しかし, 夏, 特に7月は暑く, 30°C をこすことも稀でない[4]。永久に凍った地面とはいえ, 夏には融ける。勿論冬になると凍るが, この夏に融け冬に凍る地面近くの層を活動層と呼ぶ。特にヤクーツク地方のよう

第１図　調査地点の地図

写真１　３カ月前に裸地になった所で，地面がすでに１m沈下し，亀甲模様(円形土)が出来ている　アラスの始まり

写真２　40年前に木を切って裸地にした所で，地面が２m沈下

写真３　直径数百メートルの皿状に凹んだアラス，牧草地である

な内陸は夏に暑く，裸地では２mほども融ける。樹林帯のなかでは，立木密度が密なほど，活動層の厚さは減る。

年間の降水量は僅か200mm前後で，そのうち冬の雪は35mm前後である。この降水量は活動層から下へは滲透して行かない。従って年間を通じて僅かの降水量にすぎなくても，それが活動層内に蓄えられる(地表からの蒸発も勿論ある)。それが植物の涵養源になる。樹林の形をとる植物は主としてダフリアカラマツという針葉樹である[5]。立木密度は密林で１ha当り15,000本位で，各樹木の太さは10～15cm，高さ10～15m，樹齢100年前後で，相互の間隔は50～100cmの樹林帯を形成する。これがタイガと呼ばれるものである。

昭和47年の調査において主として対象となった地域は第１図に示されるヤクーツク市から北東約250kmのスイルダッハ湖周辺である。ここでの典型的な永久凍土地形はアラスである。

アラス

アラスは樹林帯のなかにポツンと開ける皿状に凹んだ裸地である。熱カルストの一種である。

アラスができるきっかけは，木を切るとか山火事などで樹林帯の一部が裸地になることであ

る。写真1はアラスの始まりで，6月に木を切って裸地にした所を3カ月後の9月に撮影したものである。今まで樹林に被われて，夏の間でも深さ70cm 位しか融けなかった凍土が，木を切られたため地面が直接暖気にさらされ，又日射をうけることで，融解が2m にも及んだ。今まで活動層の下の永久凍土内に融けないでいた氷が融け，地面は1m ほども沈下した。しかも，氷塊がある間隔を置いて亀甲模様に配置していたため，その部分が特に沈下し，地面に亀甲模様の凹みが出来た。このときの凸凹の間隔はほぼ10m である。

凹んだ地面も冬には凍る。しかし，又夏に融け出して再び沈下する。40年もたつと，2m ほども沈下する（写真2）。皿状に凹んだ側面においても夏の融解が起るので，その上の立木が倒れ，皿状に凹んだ部分を更に側方へと拡げて行く。このようなことを繰返すうちに，広さ数百メートル(写真3)から数km にも達する大きなアラスが出来る。側端面には亀甲模様の円形構造土が依然として形を残す(写真4，5)。深さの方は10m から20m でとまってしまう。

地下の氷が豊富な所では，融け水が溜って湖を作るものがあるが，一般には蒸発して次第に湖が小さくなって行く。

スイルダッハ湖は，アラスに出来た水溜りで，直径4km ほどの円形の湖であり，その水源は湖岸の崖に露出する地下氷である。この氷が夏に融けて流入するだけで，他には流入する川も流出する川もない。湖水面からの水の蒸発と地下氷の夏期の融解による流入とがほぼつり合って，現在では一定の湖水面位を保っている。地下氷の露出する湖岸は夏期の融解で1m ほど後退する。湖の深さは6

写真 4　直径数百メートルのアラスの側端面

写真 5　アラス側端面に残る円形構造土

写真 6　スイルダッハ湖，湖岸の高さ20m，その上の樹林の高さ10～15m

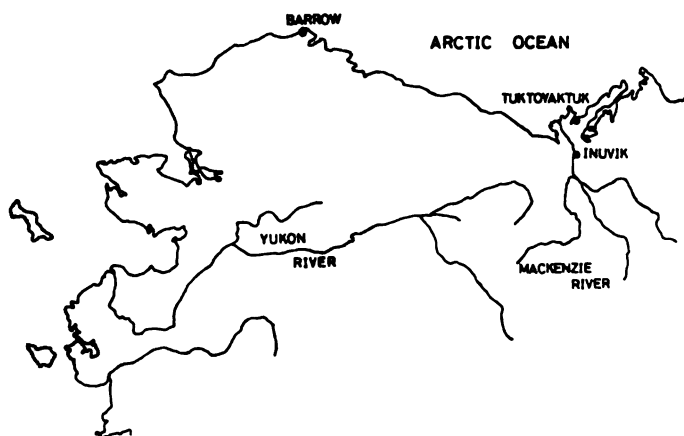
写真 7　スイルダッハ湖，湖岸に地下氷が露出して融解しているのが見える

第2図　バローとタクトヤクタークの地図

写真 8　バローにおける構造土

写真 9　構造土群の凹部に見られる割れ目

度は2～5m 融解した土であるが，その
0m もの厚い永久凍土が続く。勿論湖水
凍る。10月始めには凍り始め，厚さは
にもなる。春になって完全に氷が融ける
にもなるということである。

(ロー(アラスカ)，マッケンジーデルタ
)タクトヤクターク周辺(カナダ)

はアラスカの北極海岸に位置し，アメリカ大陸の最北端である。年平均気温が－12.4
均気温が0°C をこえてプラスになるのは，6，7，8の3カ月にすぎない。最高気
10°C である。年間の降水量も100 mm を少しこすだけで，活動層の厚さは40 cm を
とはない。そのため立木が育たず，苔，地衣，スゲの類や，柳，ポプラの小さな灌木
してあるだけで，ツンドラと云われる。永久凍土の厚さは300m をこす。地表近くは
積物でシルト質あるいは有機化したピートであるが，その下には砂質土がある。
ヤクタークは，カナダ北部のマッケンジー川のデルタ地帯にある。年平均気温は
，年間降水量130mm とバローと殆ど変らない。永久凍土の厚さも300m をこす程度

写真 10 割れ目の断面

ある。マッケンジーという大きな川の
デルタ地帯であるため，到る所に水たま
りがある。降水量の少ないわりには，水
の補給が多いということで，地面の凍結
に際しての凍土作用が著しい。そのため
永久凍土特有の典型的な地形が各所に見
られる。

a. 構造土

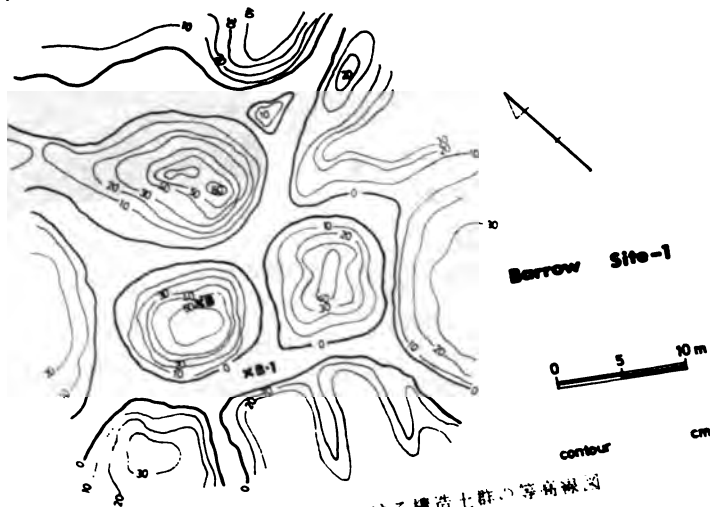
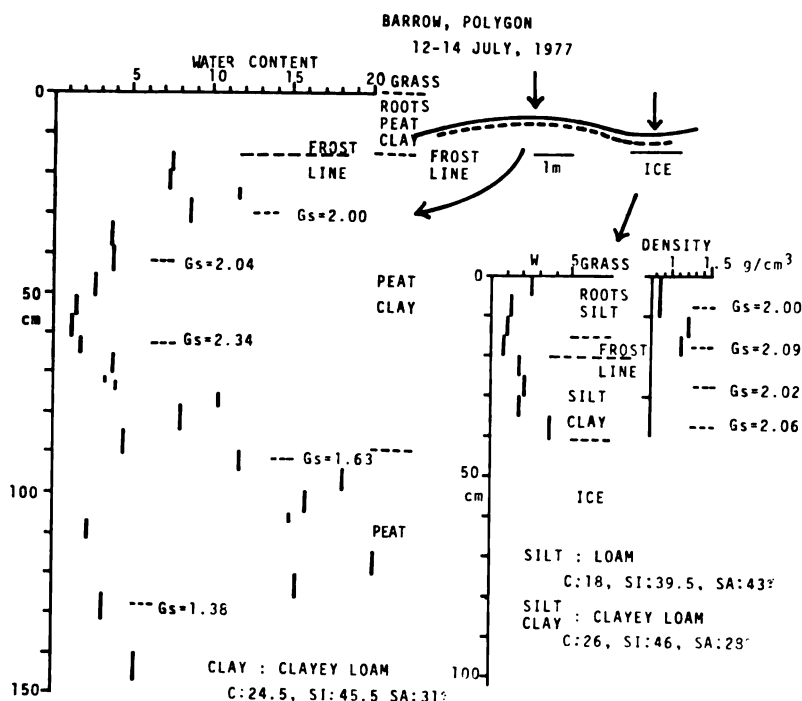
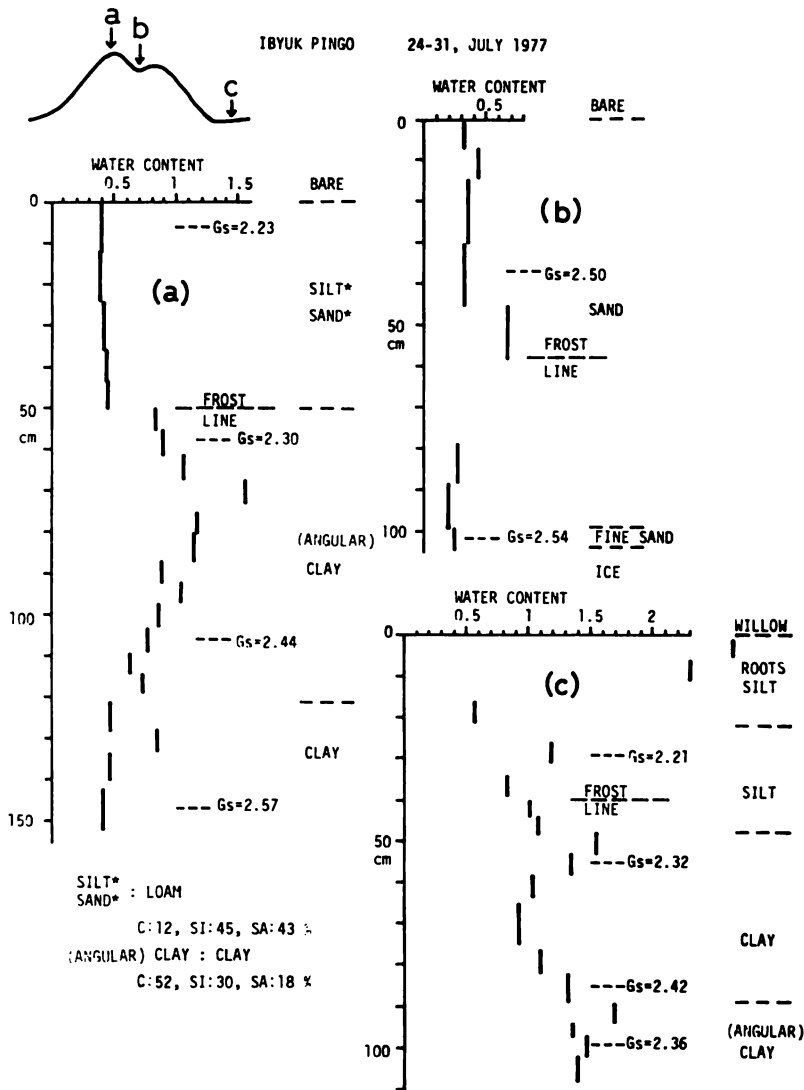
前述のアラスの底部又は側面に見られ
るような規則的な地面模様のくりかえし
で，一つの模様の幅は 10m から20m で
ある。このようなものを構造土とよんでいる。バローやタクトヤクタークのようなツンドラ帯
では広く見られる。模様の特徴から，円形，網状，多角形，階段，線状の５種類に分類される。
各模様の境界に沿って割れ目が配置するものが多い。
写真８は各模様の中央部がもり上っている構造土群で，地表はイネ科の草に被われている。
写真９は模様間の凹部に沿って見られる割れ目である。写真10は割れ目の所の断面を掘り起し
てみたところで，約40cm も地下深くまで達している。土質はシルト質である。
このような地表面に見られる割れ目は，冬期間に凍った活動層内の上下の温度差にもとずく
熱応力によるものである。一つの模様の大きさをきめる割れ目と隣りの割れ目との間隔 x は，
活動層内の上下の温度勾配 dT/dz と次の関係にある。$x=\tau/{}^{1}/_{2}\alpha G\,(dT/dz)$，ここで，$\tau$, α, G
はそれぞれ凍土の剪断強度，線膨張係数，剪断弾性率である[6]。
バローにおける中央が凸になっている構造土群の等高線図の一例を第３図に示す。高さは
20～50cm で，凹部の幅は１～３m である。ひとつの構造土について，凸部の中心と凹部でボ
ーリングを行なった。採取した試料について，断面構造や土質状況を観察し，更に含水比や現

第３図 バローにおける構造土群の等高線図

第4図　バローの構造土における断面観測の結果，右上は形の模式図　破線は融解層の最深位置を示す。左側は凸部，右側は凹部における測定結果，G_s は構成粒子の比重，C, SI, SA はそれぞれ構成する粒子の粘土分，シルト分，砂分の％である

写真 11　イブークヒンゴ，マッケンジーデルタ，タクトヤクタークの部落から南南西4.4 km にある　高さ48m

場密度，構成粒子の比重等の測定を行なった。昭和52年7月12～14日の結果を第4図に示す。

この構造土の表面は，厚さ2～6cmのイネ科の草で被われていた。凸部では表面から地下へ14.5cm だけ融けていた。土質状態は，表面から地下13cm までが草根，ピート，粘土の混合物で，13cm から90cm までがピートと粘土の混合物，以下氷を多く含むピートの順になっていた。氷はレンズ状氷のような無垢の形ではなく，組織のなかに一様に分散していた。その含水比は非常に大きく，第3層では2000％にも達するものが見られた。

第2層に含まれていた粘土分を取り出して粒度分析をしたところ，粘土質ローム（粘土分24.5％，シルト分45.5％，砂分31％）に分類された。又，地下100cm及び130cm にあるピートを ^{14}C によって年代分析したところ，それぞれ2670±170 B.P. 年と4530±150 B.P. 年と

第5図　イブークピンゴの頂上 a，クレーター b，ふもと c におけるボーリング試料の解析結果

いう結果が得られた。

凹部は凸部のボーリング地点よりも45cm 低く，やはりイネ科の草に被われていた。融解は20cm の深さに達していた。土質構造は，地下16cm までが草根とシルトの混合物，16cm から41cm までがシルトと粘土の混合物，以下は無垢の氷であった。第2層は厚さ1～3mmのレンズ状氷をほぼ2～4mm ごとに含んでいた。凍土性の強い土質にみられるレンズ状氷の層と同じものである。含水比は高々180％程度で，凸部のピート層に比べると遙かに小さい。このため凹部の方が融解が凸部よりも深く進行したわけである。

写真 12　高さ5mの小さなピンゴ　タクトヤクターク部落から南へ2.5km

写真 13　崩れた表土の内部に氷塊が見える

第1層に含まれるシルトと第3層の粘土・シルトの混合物を粒度分析したところ，ローム（粘土分18%，シルト分39.5%，砂分43%）と，粘土質ローム（粘土分26%，シルト分46%，砂分28%）に分類された。

氷は多結晶氷で，ひとつの結晶は水平に2～5mm，鉛直に2～5cm の大きさで，多数の気泡（大きさ0.5mm ほど）を含んでいた。

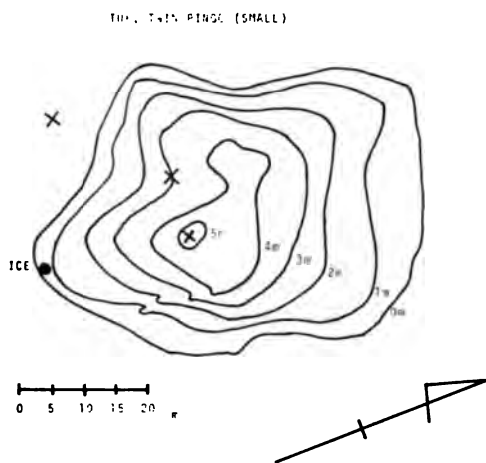
構造土の凹部の下に無垢の氷が得られたが，これは後に述べる氷楔と同じものである。

b.　ピンゴ

平らな湿地帯の中に盛り上る小丘で，丘の内部には氷がつまっている。高さは数メートルから数十メートルである。写真11はイブークピンゴと呼ばれるもので，海面からの高さは48m である。ピンゴはエスキモー語で円錐形の丘という意味である。ピンゴはシベリアにもあるが，ヤクート語ではブルグニヤルと呼ばれている。永久凍土地帯に存在するものであるが，どこにでもあるというものではない。氷の塊が盛り上る条件がそなわった所に出来る。特にマッケンジーデルタのタクトヤクターク周辺に多く，ここはピンゴ公園と云われている。

ピンゴの成因として，土が凍るときに凍結線へ未凍土から水が吸いよせられて氷が析出する，いわゆる凍上現象が考えられている。イブークピンゴは成因が次のように考えられている。始めに広く浅い沼があって，沼の水は冬に凍るが，その下に冬でも凍らない層があって，更にその下に永久凍土層があったのが，あるとき，より寒い気候におそわれて，沼の水が完全に凍り，その下の不凍層も凍り始めた。この不凍層は，上下前後左右の四周を凍土でつつまれているので，凍結のときの凍上現象で体積増が起ると，上部を押し上げて丘が出現する。上方へ氷の析出が起るのであるが，この氷が丘の内部に存在するのである。

イブークピンゴの頂上は裸地（さらさらとしたシルト質土）で，その下のクレーターでは，表層砂地の裸地が半分ほどで，他は，イネ科の草やヤナギの灌木が生い茂っていた。底部には小さな沼もある。

斜面には，サマニヨモギ，トチナイソウのような草の他に，ヤナギやカンバの灌木が被っていた。特に溝の所には，ヤナギの高さ1m ほどの灌木が密集していた。ピンゴのふもとには，ガンコウラン，コケモモ，アカノウラシマツツジ等の日本の高山地帯で見られる草花が一面に

第6図　小ピンゴの等高線図　カケ印がボーリング点　丸印が氷塊の見えた所

敷きつめられている。

昭和52年7月24~31日に，ピンゴの頂上，クレーター，ふもとでボーリングを行なった。前述のバローの構造土と同じく種々の測定を行なった。その結果をまとめて第5図に示す。

頂上は裸地で，融解も深く50cm にまで達していた。土質構造は50cm までが，砂とシルトの混合物で，50cm から120cm までは，粘土の角団状粒（1cm 角位のもの）とその間を幅1~2mm ほどで埋める氷の網からなるもので，更にその下は粘土であった。含水比は100%前後で，前述のピートに比べると非常に小さい。

クレーターでは，ボーリングが裸地で行なわれた。表面から104cm までが砂でその下は氷であった。融解も58cm の深さまで達していた。砂であるため，含水比も非常に小さい。

ふもとでは，ボーリングがヤナギの灌木の所で行なわれた。融解は40cm まで達していた。土質は頂上の第2層と同じく，粘土の角団状粒と氷の網とからなるものであった。

イブークピンゴとは対照に，高さ5m ほどの小さなピンゴについてもボーリングを行なった。このピンゴは写真12に示されるように，一面の流木で被われた湿地のなかから突き出た形になっている。測量地形図を写真13に示す。このピンゴの南側の斜面に表土が崩れて，中味の氷塊が見えていた。第6図がその状況である。頂上，中腹，ふもとでボーリングをし採取試料について解析を行なった。その結果を第7図に示す。

頂上の一部に裸地があったが，土質はイブークピンゴの頂上と同じくさらさらしたシルト質土であった。しかし，沢山の小さな貝殻（大きさ1mm ほど）を含み，昔は海浜であったことが推測された。70cm ほど下からは，粘土の角団粒と氷の網からなる土質状態が現われた。この辺のピンゴの氷生成を引き起す土質は，この粘土のようである。

頂上の40cm 地下に，流木が埋まっていた。この流木はふもとを敷きつめているものと同じで，ピンゴの隆起によって，一緒に持ち上げられたもののようである。流木の状態からせいぜい100年位前に流れ着いたもののようなので，このピンゴも成長を始めてから100年以内の若いものらしい。昭和55年の調査では，この辺の解析の詳しいものが得られると思う。一方イブークピンゴの場合，成長を始めてから1万年前後とされている。

タクトヤクターク周辺には多くのピンゴがある。海岸にあるもののうちには，海の波の侵蝕をうけて，海側の半分ほどが削りとられたものがある（写真14）。

表面に亀甲状模様の構造土をつけたピンゴもある（写真15）。

c. 氷楔と集塊氷

活動層と永久凍土との境界面から下に向って頂点を下に，地中に楔を打ちこんだ形になっている氷塊のことを氷楔と呼んでいる。上面の幅が2m，深さが10m 位のものを写真16に示す。

第７図　小ピンゴにおけるボーリングの結果
（ａ）頂上(裸地)，（ｂ）中腹(ヤナギの灌木)，（ｃ）ふもと(裸地)

写真 14　タクトヤクターク部落から南西6 km の海岸にある半かけピンゴ頂上の崖に氷が露出している

写真 16　タクトヤクターク部落から南西6 kmの海岸に露出する氷楔群

写真 15　山腹に構造土をつけるピンゴ

写真 17　タクトヤクターク部落から南西の4～5 km にかけて，ほぼ1 km にわたって露出する巨大集塊氷

この氷は構造土凹部に位置するもので，たまたま海岸の侵蝕で，露出したものである。活動層内の冬期間の温度差にもとずく熱応力がもとで出来るクラックに，夏の水がしみこむことで氷が出来るのが最初のきっかけである。詳しい説明は他の文献[2,4]にゆずるが，構造土の凹部の地下深くに亀甲模様の氷楔が網目をなしているわけである。

集塊氷は，海岸や湖沼の岸に露出する巨大な氷塊で，写真17に示されるように，高さ十数m，横幅は1kmにもわたって，ぴったりと張りついている。タクトヤクターク周辺ではこのような大氷塊が到る所に見られる。しかし，すべての所にあるというわけではない。いったん露出した氷塊は，夏期の融解で，毎年とけて行く。まだ露出せず地下に眠ったままでいる氷塊も多くある。このような大氷塊がどうして出来たかについて色々の考えがあり，まだ定説がないのであるが，アイソトープ等を使用する新しい手法により，徐々に解明されつつあると云えよう。

昭和54年11月，ノルデンショルドの日本周航100周年を記念するシンポジウムにおいて，筆者等の永久凍土調査において見聞した若干の典型的な永久凍土地形について紹介した次第である。

文　献

1) 木下誠一・鈴木義男(1973)：シベリアヤクーツクの永久凍土調査．低温科学，物理篇，**31**，271–277.
2) 木下誠一編(1975)：アラスカ・カナダ北部の永久凍土における寒冷地形及び生物環境の総合調査，昭和49年6～7月．北海道大学低温科学研究所，143pp.
3) Seiiti KINOSHITA ed. (1978) : Joint studies on physical and biological environments in the permafrost, Alaska and North Canada, July to August 1977. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University. 149pp.
4) 木下誠一(1980)：永久凍土．古今書院，202pp,
5) 木下誠一・酒井　昭(1973)：永久凍土地帯の森林の生態的特性．日本生態学会誌，**24**，166–122.
6) Достовалов, Б. Н. u Кудрявцев, В. А. (1967) : Общее Мерзлотоведение. Издателбство Московского Университета. 403pp.

地学雑誌 90, 2 (1981)

Remote Sensing in High Latitude Areas with Examples from Sweden

Gunnar HOPPE*

In a rather short period, say 15 to 20 years, remote sensing has developed to one of the most spectacular branches of modern technology. It has given the Earth its own signature in the Universe: the blue planet. We receive daily wonderful pictures of weather systems, to great use for our meteorologists, we are able to follow in a convincing way the meandering of the ocean streams; we get early warnings about volcanic outbursts as well as forest fires; we have been able to map in a very detailed way the geology of unknown areas, which may mean discoveries of mineral deposits of great importance. The growing interest in remote sensing methods may be seen as one of the consequences of the mounting awareness of environmental problems and the increasing realization that these often complex problems are in many respects regional or global in nature.

Many of the most impressive examples of the usefulness of the remote sensing techniques have been given from areas of low latitudes: such as the development of the cloud systems of hurricanes; the flooding of low-lying areas, for instance of deltas; geological mapping of permanently cloud-covered areas by help of side-looking radar; studies of the desertification in the Sahel area of Africa and of the dust storms from this area over the Atlantic.

The use of remote sensing techniques in high latitude areas such as Scandinavia and the surrounding seas have given less spectacular contributions. For different reasons: the area is rather well known, well mapped since quite long times; there are little of dramatic changes of the atmosphere, of the sea and of the landscape, real catastrophic events only appear very seldom. Nevertheless, remote sensing, also in high latitude areas, already, and since many decades, has demonstrated its usefulness in a most convincing way, and I am absolutely sure that remote sensing will play a still more important role in the future, both for inventory and monitoring purposes. I will try to show it to you by giving you a view of the remote sensing activities in Sweden.

Remote sensing of to-day to many people means satellites, sensors of high sophistication, a tremendous data flow, which can be successfully handled only in computers of high capacity; and last but not least enormous costs. Only two countries, USA and USSR, up to now, have been able to take this costs in full. There-

* Department of Physical Geography, University of Stockholm

fore they have more or less dominated the development in a way, which may fill smaller and poorer countries with despair and inferiority complex.

Sweden is a nation of only 8 million people, thus being a small country, with rather limited financial resources. Even if it may be classified as technologically developed, it will not be able to compete with the greater nations at the whole frontier of remote sensing. On the contrary we have to build up our own national programme, considering our small resources, and what of our problems we can solve most successfully with remote sensing, and trying to cooperate with other nations.

Let me first state, however, that also small countries are able to contribute substantially to the technological development. In the field of remote sensing, Sweden has made at least 2 contributions of international importance:

-The Hasselblad photographic camera system, used by the US astronauts for taking wonderful pictures of the Earth.

-The AGA IR Television system, "Thermovision", for registration of temperature.

We use to say that remote sensing was born when 120 years ago balloon-carried cameras took photographs of Paris. In a similar way we can say that Swedish remote sensing started 80 years ago, with pictures taken from a balloon over our capital Stockholm.

Of perhaps bigger importance for the future was that we at the same time started making measurements on photographs, for instance, of glaciers both in Scandinavia and the High Arctic. In other words, the base of modern cartography was founded.

Systematic mapping of Sweden by help of air photos and photogrammetry started in the 1930: ties with the production of a so-called economic photo map in the scale of 1:10 000, by our Geographical Survey. It is a sort of land use map. A decade later the same agency started replacing our old, often rather poor maps based on ground mapping with a modern topographic map in the scale 1:50 000, a work which was finished last year.

In general, it is characteristics of remote sensing technology, in Sweden as in many other countries, that it was developed for military purposes. In Sweden, the National Defense Research Institute has been the leader. To take one example this Institute at an early stage constructed an air-borne IR-scanner, in the sixties also used for many civilian applications, for instance for the study of polluted outlets

into the sea.

To about two thirds of its surface Sweden is covered by forests, mainly coniferous but to some extent also deciduous forests. They form one of the corner-stones in Sweden's economy. Rather early, in the thirties and the forties, air photos were used in the foresty, for simple planning, for measurements of heights and volumes of individual trees, and then for a rough evaluation of total timber content. One also started to measure with spectrometer the reflection in the visible part of the spectrum, in order to be able to make the best choice of films and filters for differentiation of tree species. IR black and white film was introduced for the same purpose.

Air photo interpretation was successively used fore more and more purposes, thereby mainly using panchromatic film. Stereoscopic viewing of air photos meant an extremely important innovation in the field of geomorphology, the study of landforms.

On the base of geomorphological experience and other information from air photos one also started mapping the geology of both bedrock and surficial deposits.

The last decade has meant a remarkable intensification of remote sensing in Sweden inclusive of a broadening of its aims and methods. It is easy to identify reasons for this development: all the impulses coming from abroad; the increased awareness of the environmental problems, for instance the pollution of water and air; the need of a better base for the physical planning of the country. A decisive step was taken when a special national committee for remote sensing was established in 1969. It works as an advisory body to the Swedish Board for Space Activities, which carries the responsibility for the national remote sensing program, and acts as a catalyst organization.

First I want to state that in spite of the new signals air photos continue to play an important role for many fields, such as cartography, forestry, geomorphology, geology, physical planning, and I am absolutely convinced that they will continue to do so in the future. For different reasons: their enormous capacity to store information and the easiness to get it out of them, the possibility to use them under stereoscope, their pedagogic value etc. Furthermore, their importance has very much increased with the introduction of the IR colour film, which not only covers the visible field of the spectrum, but also parts of the near infrared. There the differences between different kinds of vegetation is especially evident and the physiological health of trees and plants comes out in a most wonderful way.

Some recent examples of the use of air photos in Sweden may be of interest.

The mountain chain in northwestern Sweden covers an area of about 60 000 square kilometers. The exploitation pressure on the area has increased tremendously in the last decades: from the energy people who want to build water power stations everywhere in the rivers; from the mining companies; from tourist arriving from many countries, interested in visiting what has been called the last wilderness of Europe; from Swedes who like to build houses there for their vacations. On the other hand this is an area of great scientific interest and of high sensitivity, which therefore needs a thorough planning, based on detailed information. Much of this is received by systematic air photo interpretation. Two examples will demonstrate the way we are working in. A geomorphological inventory of reconnaissance type, including an evaluation of the landforms, is near its completeness. The first detailed vegetation map after years of experiments were published a year ago.

An other area of high qualities is the archipelago alongside our coasts; methods have been developed to take forward its characteristics. IR colour film has been used successfully for drawing contour lines in shallow water, used for sailing and other kinds of boating.–Vast areas of our forests each year are damaged or destroyed by insect infestation, such as the bark beetle. Insect attacks may be discovered rather early, on IR colour photos, since the tops of the trees react with decreased physiological activity very fast; then it is easier to stop the attacks and reduce the damages.

Experiments in digitizing the information from the air photos have been undertaken since quite a long time; for making an advanced treating easier and to facilitate the combination with other kinds of data.

The spectral signatures of the objects have been studied in different ways, in order to get better registrations. One way has been to measure by densitometry the grey tones of the air photos. If air photos of the same object are taken in many narrow wave-length-bands rather detailed signature curves can be erected. By such studies it is of the utmost importance to identify the often very small object, say a tree, in the different photos. For facilitate such work and other kinds of image analysis a group under Prof. Åslund of the Royal Institute of Technology has developed a computerized image reading instrument system, in its latest version abbreviated to OSIRIS, "Our Second Instrument Reading System", which soon will be commercially available.–Spectral signatures also have been measured by help of a telespectroradiometer, covering the visible and the near infrared regions, up to 1.1 micrometer. We now intend to take a step further, by buing an instrument making measurements up to 2.5 micrometer possible. The next LANDSAT, to be launched in 1981 or 1982, will make registrations in this part of the near IR region, which seems to be promising.

In order to be able to cover also other parts of the electromagnetic spectrum than the visible and near IR regions, other instruments have been acquired or developed.

An advanced Daedalus IR scanner system was purchased jointly by the Meteorological and Hydrological Institute and the Swedish Space Corporation. In the first instance, the system was used to map power plant effluents. Later it has been used in sea surveillance, studies of heat leakage from buildings, pipes etc.

The LM Ericsson firm has developed under contract with the Space Board a rather cheap and simple side-looking radar for applications in oil surveillance and sea ice mapping, later on also for other purposes, such as geology studies.

In 1973 the Remote Sensing Committee, assisted by subgroups responsible for development, primarily intended for oil spill surveillance.

In 1973 the Remote Sensing Committee, assisted by subgroups responsible for different areas of application, formulated a detailed five-year plan for the national remote sensing program, which then has served as a general guide-line. Priority was given to the operational systems for

-oil spill surveillance
-sea ice mapping
-vegetation mapping
-analysis of effluents from industrial smoke-stacks.

I want to say a few words about each of these projects.

It is characteristics that cooperation has been established with other boards and agencies in each of these projects. Also international contacts have existed in different experiments.

In oil spill detection, the user side of operational systems is represented by the Swedish Coast Guard. Several hundreds of oil spills, large and small, occur each year in Swedish coastal waters, which indicates the magnitude of the problem. A series of experiments have been undertaken, using different kinds of platforms and sensors. A photographic film reacts already to a very thin coating of oil, while an IR scanner needs a thicker coating. By using different sensors we then can receive rather good information about the extension of the oil spill, but also of its thickness. We must also be able to find the spills at darkness and at stormy and cloudy weather. Operational clear-sight as well as all weather systems now are operational. We also try to define the oil type; most probably we then have to use laser fluorescence

technique.

Sea ice surveillance is the responsibility of the Swedish Administration of Shipping and Navigation. This application has considerable economic significance because most of the Baltic Sea is normally covered with ice during the winter months. Vast and successful experiments have been undertaken in cooperation with other agencies, including groups from the Netherlands and Finland; again a number of different sensors were used, placed on ice-breakers, in aeroplanes and helicopters; also satellite data have been used. Operational systems will be working in a near future.

A vegetation mapping experiment using a multispectral Daedalus scanner with 10 channels owned by the French space agecny, CNES, and installed in a Swedish aircraft was carried out in 1975. In all, 23 different registrations were made, covering applications in agriculture, forestry, land use planning, environmental protection, and water vegetation mapping. The evaluation is practically finished; the experiment has given very good experience for instance in the conversion of analog signals to digital data, automatic classification of the data and producing them in the form of coloured maps by help of a so-called ink-jet-plotter. The experience naturally is extremely useful when working with satellite data, especially from the Landsats.

Studies utilizing the expertise of the Swedish industry, especially in systems engineering, started a few years ago on the problem of analyzing smoke-stack effluents by means of remote sensing techniques. Particles, nitrogene dioxide, sulphur dioxide and ethylene have been measured by different laser methods. An operational/preoperational mobile system for remote sensing of air pollution and water pollution just has been developed.

There was an early interest in Sweden for remote sensing from satellites. Data from weather satellites were used rather early, for weather forecast, for ice detection and snow mapping. Two principal investigators were accepted on Landsat-1, which opened the door to wide-spread interest in the potential of satellite imagery. Some institutes and departments started producing colour composites, but rather soon data from the Landsats were used in a more sophisticated way. From Landsat images the tectonics of our geology was mapped.–Another of the projects had the following intention: development of a general computer software system to process multispectral data and the application of this system to forest inventory. There is a need to complement existing information about the forests. Information of clear cut and wind thrown stands is of interest for planning immediate replanting. Information about logging residue, frequency of deciduous shrubs in coniferous regeneration areas and density of coniferous plants is of interest in planning clearing of the ground, cleaning of deciduous shrub and thinning of the regenerated stands. By using

Landsat data from different times it also has been possible to identify forested areas which have been clear cut between two Landsat registrations.

Similar techniques have been utilized for land use mapping. Since on one side many fields are rather small and the land use is very differentiated and on the other the spatial and spectral resolution is rather poor, there are, however, some discrepancies in the classification. Much effort is now spent on automatic mapping whereby normally supervised technique is used, in some cases also unsupervised technique.

A third experiment deals with the dynamics and energy flow in the Baltic Sea eco-systems. Especially the content of chlorophyll has been studied and the results have been summarized in this way: Remote sensing technique as demonstrated by Landsat registrations can be strongly recommended for obtaining large scale patterns of phytoplankton blooms, chlorophyll concentrations, discharge plumes and surface current patterns in the Baltic area. The results have pointed to the phytoplankton patches as being of much greater scale than previously thought and have suggested new areas for both organic discharge and upwelling.

A very important step was taken when the Swedish Space Corporation decided to build a Swedish Landsat receiving station at ESRANGE, the base in northern Sweden for different space activities, such as launching rockets and tracking of satellites, rockets and balloons. The station has then been integrated in the *Earthnet system of the European Space Agency*. The station was inaugurated in June this year and is now in full operation. It covers practically whole Europe and vast parts of the Polar Sea.

The first five-year plan of our national remote sensing program now is ended. Most of the different projects have been performed, while a few have failed. We now are developing the next five-year plan. One main point definitely will be a more advanced use of satellite data. We have started slowly looking on images from Seasat-1, taken under a few passages over Sweden. They seem to be of a certain interest for the study of bedrock structure. Studies also have started of data from Nimbus-7; no results have been reached yet. We are preparing us for the next generation of earth resources satellites: Landsat to be launched in 1981 or 1982 (with a spatial resolution of about 25 m and a channel in the thermal IR); the French satellite SPOT, where Sweden is involved in 5% of the total costs; with 2 channels in the visible and one in the near IR and with a spatial resolution down to 10 m; it also will give possibilities to produce images for stereoscopic viewing. SPOT wil be launched in 1984. We are very much looking forward to two advanced European satellites, to be launched by the European Space Agency in 1986 respectively 1988 and equipped with very advanced sensors, such as a synthetic aperture

radar. In other words they will be all-weather satellites giving high resolution, which is important for Europe, so diversified and so often covered by heavy clouds.

高緯度地域におけるリモートセンシング
――スウェーデンを例にして――

グンナー・ホッペ*

せまい地域から地球的規模までの自然の理解や環境悪化の監視のための重要な方法であるリモートセンシング技術の最近の発展はたいへんめざましい。この技術がもっとも有効に利用されているのは低緯度地域においてであるが，高緯度地域においても有効な技術であることはいうまでもない。

米・ソの二大国が主導的な位置をしめるリモートセンシングの技術開発のなかにあって，スウェーデンは，ハッセルブラッドのカメラシステムとAGA赤外テレビシステムの開発という2つの重要な貢献をしている。

スウェーデンにおける空中写真の利用は80年前に始まり，氷河調査，地形図・土地利用図の作製，森林管理，地形・地質の調査などに役立ってきた。空中写真利用の最近の興味深い例には，北西スウェーデン山岳地域の開発計画のための組織的な空中写真判読作業や，赤外カラー写真を利用した沿岸地域における海底地形図の作製，森林帯における樹木の活性度の判定がある。空中写真の情報を数値化する試みも古くからおこなわれ，いくつかの映像読みとりシステムが開発された。また，可視光と近赤外以外の波長域をカバーする装置も開発された。1973年には，リモートセンシング5カ年計画として以下のものがとりあげられた。各種のセンサーを用いる全天候型のオイルもれ検知システム，各国との協力で多様な方法を用いる海氷探知計画，マルチスペクトルスキャナーを用いた完全自動植生図化作業，レーザーを用いたばい煙検知システム。

スウェーデンは人工衛星によるリモートセンシングにも古くから関心をもっていた。気象衛星の利用，ランドサットの映像の地質調査への応用などに始まって，最近ではマルチスペクトルデーターを森林管理のために利用するためのコンピューターシステムが開発された。さらに，土地利用地図のための自動図化装置の開発，バルチック海の生態系の解明のための技術開発などがおこなわれている。最近の重要な前進は，スウェーデン北部に衛星受信基地の建設が決定されたことである。あらたに始まろうとしている第二次5カ年計画では，将来打ちあげられる人工衛星からの情報の高度な利用が計画されている。なかでも，1984年にフランスから打ちあげられる予定の衛星に対しては，スウェーデンも費用を負担しており，高度な利用が期待されている。

（岩田修二）

* ストックホルム大学自然地理学教室

Ymer-80, the Swedish Arctic Expedition 1980

Valter SCHYTT*

Adolf Erik Nordenskiöld's circumnavigation of Europe and Asia, including the first Northeast Passage, was considered one of the really outstanding achievements in the history of geographical exploration. Indeed, of such importance that your Geographical Society regards Nordenskiöld's voyage and his long and successful stay in your country, a worthy reason for a centennial symposium.

It is obvious that, in Scandinavia, Nordenskiöld is looked upon as one of the greatest representatives of Swedish and Finnish natural scientists–and not only among the scientists themselves but also among the educated laymen. It thus happened, that a little over three years ago a young Swedish naval officer was reading up on his polar history and, impressed by the Navy's contribution to polar exploration during the Vega voyage, he thought it an excellent idea to have the Navy return to the polar seas, this time to celebrate the centennial of the first Northeast Passage. He actually proposed to send an expedition onboard a Swedish state icebreaker along Vega's track along the Siberian coast to Bering's Strait, and then let her return home via Amundsen's old route from 1903–1906, the Northwest Passage, i.e. it would be the first circumnavigation of the whole Arctic Ocean–except for the short stretch along the north coast of Greenland.

The proposal was made 3 years ago, in 1976. Commander Daggfeldt had thought of 1979 as the proper year for the celebration–since the Northeast Passage was successfully completed in 1879–but that did not become possible.

The expedition will start in 1980, and the route will be very different from the one originally proposed.

When Nordenskiöld planned his Vega voyage, things were not as complicated as they are today. His expedition was born on the 26th of January 1877 at a dinner at the Royal Palace in Stockholm. Nordenskiöld gave an account of the expedition's scientific programme and of how to carry it out—King Oscar was enthusiastic and promised to give all his support, and another guest, the very wealthy merchant Dr. Oscar Dickson promised economic contributions. Less than 1½ years later the expedition was ready to start. After Vega's return the King, Dr. Dickson and the Russian merchant Sibiriakoff paid one third each of the expedition costs. Good old days.

* Department of Physical Geography, University of Stockholm

The organization of the centennial expedition has taken more time, difficulties have appeared that Nordenskiöld could never have thought of. The original idea did not come from a scientist, but from a naval officer, and its main aim was a celebration. This would not have been quite realistic in Sweden of today. A circumnavigation of the Arctic basin involves such a tremendous effort in money, icebreaker time, scientists etc. that nothing but a very strong scientific programme can justify the expenditure.

Through the joint effort of The Royal Swedish Academy of Sciences, The Royal Society of Naval Sciences and the Swedish Society of Anthropology and Geography a committee was set up to try to organize the expedition and, based on 33 research proposals, received in February 1977, a strong, well-integrated scientific programme was worked out. The expedition was, at that time, named Ymer-79.

It is, however, not easy to run a scientific expedition along the Siberian coast without Soviet approval or cooperation. Since it was quite necessary for our geological programme to get sediment-cores from the bottom of the continental shelf all along the planned route, we had to receive proper permission from the coastal states concerned. The new international sea laws have greatly hampered the free scientific research.

We thus had to make some kind of a deal with Soviet. In Antarctica, as you know, the scientific cooperation is warm and friendly and quite open–very much due to the successful work of SCAR, the Scientific Committee on Antarctic Research. In the Arctic, however, the scientists have not been successful in organizing a similar cooperation. The distances between the great powers are short across the Arctic, and the strategic importance of the area is therefore considerable. Our Academy of Sciences informed the Soviet Academy about the expedition plans and proposed a Soviet-Swedish meeting for at discussion of a possible joint effort.

But we never got an answer, in spite of several measures taken by the Swedish Foreign Office. It finally became quite clear that Soviet did not want to permit a Swedish scientific expedition to go through her waters, or rather over her continental shelf.

Consequently we switched over to an alternative plan–named Ymer-80. We took this decision in May 1978 and thought time was too short for a start in 1979–therefore Ymer-80. The working area for Ymer-80 was to be: the northern Barents Sea, the deep ocean north and northeast of Spitsbergen, the sea between Spitsbergen and Greenland, the waters and the ocean bottom outside north Greenland.

Even before I start to describe the scientific programmes planned for the ex-

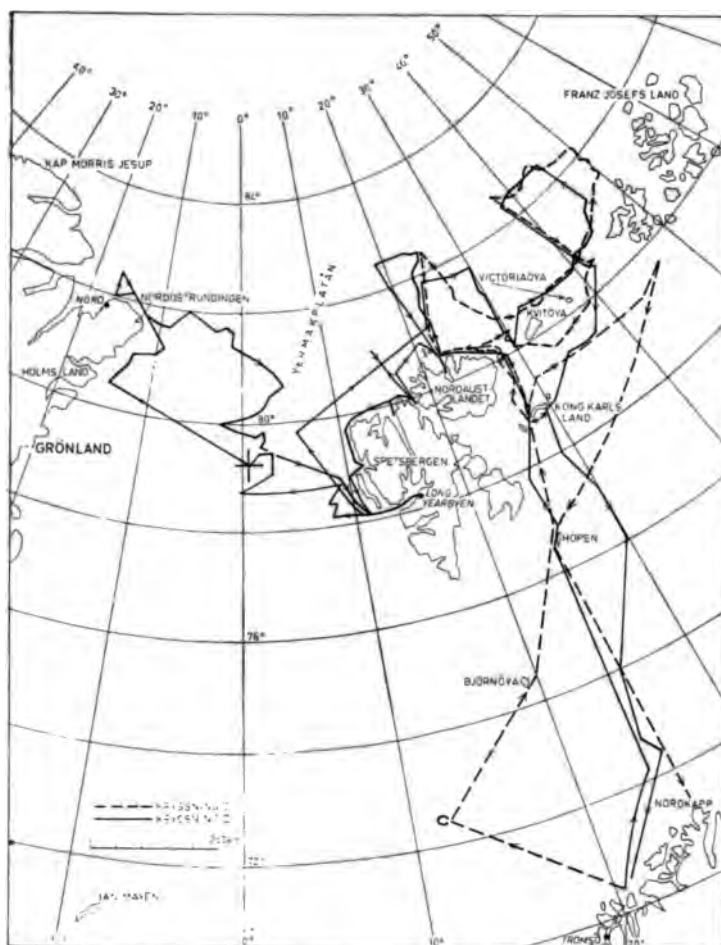



Fig. 1 Routes covered by Ymer during the summer of 1980.

pedition, first for Ymer-79 and later for Ymer-80, I want to make it quite clear that the scientists involved do not look upon Ymer-80 as a less valuable alternative from a scientific point of view. For several of our projects it is rather the opposite. The originally planned expedition, the Ymer-79, would have had to follow a route parallel to the Siberian coast and, very likely, with very few perpendicular profiles. For studies of the marine sedimentation such, north-south, profiles are of course of greatest importance. And it is important, during a polar expedition, to adjust plans and routes according to results already gained. That would probably have been difficult along the Northeast Passage.

For Ymer-80, it is rather the opposite. In a very large and quite unexplored area we can pick those key localities, where we can expect to find the most interesting conditions or the most valuable samples. The key localities for the ocea-

nographers, the sedimentologists and the geophysicists rarely coincide–but, now we can let them all choose–within limits.

A large Arctic expedition cannot be organized without considerable financial support from various sources. The research onboard is financed by the Natural Science Research Council and the State will carry the cost for the icebreaker and its crew, two helicopters, food, fuel, etc. The icebreaker chosen for the expedition will be the Ymer, 100 m long and with 22 000 Hp. It belongs to the Swedish Administration for Shipping and Navigation, i.e. it is a civilian ship, but it will be manned by a naval crew of about 50 men. The Ymer was built for ice conditions in the Baltic, to keep all Swedish harbours open in the winter, but she has never been tested in the heavy polar pack-ice.

The scientific preparations are well under way. The responsibility for priorities and large scale planning rests on a scientific committee of 5 active scientists. They decided, 2½ years ago and at time for Ymer-79 along the Asiatic and American coasts, to give highest priority to the following main sectors of research:

1. Studies of the amount of pollutants in the Arctic atmosphere and studies of the influence of the Arctic stratus-cover on the heat balance of the ocean.

2. Studies of the extent and the chronology of the quaternary ice-sheets and of related climatic changes.

3. Studies of the biology of the Arctic Ocean with special reference to hte evolution of species brought about by the freezing over of the ocean at the end of Tertiary.

When it was decided to let the expedition work in the Spitsbergen-Greenland area, with the much greater ocean depths than along the continental shelf, oceanography was also included in the high-priority group.

Let me now give a short account of the more important projects which will be carried out next summer.

Scientists have now observed human pollution of the atmosphere from one pole to the other. In central Antarctica one can still find the snow of 1955 which was contaminated by radioactive fall-out from the nuclear bomb tests at Bikini-Eniwetok in March/April 1954. Studies of the lead content in the snow and firn on Greenland show a tremendous increase coinciding with the introduction of high-octane petrol on the American market, and the Arctic Research Laboratory at Barrow, Alaska, has observed high pollution values in winter-time. The source-area for these

pollutants seems to be the highly industrialized areas in Western Europe and *not* those in Northeastern United States, in spite of them being much closer. Very little to find out what kind of damage different pollutants may cause in the Arctic environtions, their source areas and their chemical composition. It is also very important is yet known about the distribution pattern of these pollutants, or their time variament, which is still less influenced by human activities than most other parts of the world. But it is an extremely sensitive environment because of the cold climate. The pollutants may mean a deadly threat to life on the Arctic tundra and in the Arctic Ocean–we do not yet know–but they may also, if abundant in the Arctic atmosphere, change its radiation balance and thus affect the climate even on neighbouring latitudes.

During the whole journey, i.e. during July, August and September next year, the atmospheric chemists will analyze the air for gases such as sulphur dioxide, ozone, radon, carbon-14, carbon dioxide and several others. The particle size and chemical composition of aerosols will be studied with special interest.

Another important meteorological project will be based on land, at Kong Karls Land, a barren group of islands east of Spitsbergen proper. Dr. Holmgren of Uppsala will investigate the processes responsible for the cooling off during the summer of the lower air layers in contact with the pack-ice. This causes the high frequency of stratus clouds and of strong surface inversions. The stratus clouds influence the radiation balance and thus the general climate. For Dr. Holmgren the frequent stratus and ground fog will be welcome research objects; for us the fogs will only cause trouble.

The oceanographic programme has grown during the course of the planning. Ymer-79 was planned for work on the continental shelf–Ymer-80 will explore the deep ocean. Furthermore the oceanographic work is of great importance to both marine geology and marine biology. We will have physical as well as chemical oceanographers on board.

The only *large* connection between the Arctic Ocean and the other large oceans is the wide strait between Spitsbergen and Greenland. Large amounts of warm Atlantic water with high salt content flows north along the west coast of Spitsbergen, and at the same time a corresponding mass of cold, less saline Arctic water with lots of drifting sea ice flows south along the east coast of Greenland. This exchange of water has a clear climatic influence, and our oceanographers need information on temperature, salinity and currents down to great depths along many well selected profiles.

The chemical oceanographers will analyze the sea water's content of trace metals

Photo 1 Ymer in heavy first-year ice. Ten well-equipped containers with good laboratory facilities were welded on to the decks, thus converting the icebreaker into a research ship.

hydro carbons, and long series of radioactive isotopes. Their results can be used for the studies of water currents in both vertical and horizontal direction. Some of these radioactive pollutant can, as you know, be used for scientific purposes. I just mentioned the radioactive snow in Antarctica, which tells the glaciologist how much snow has fallen after 1955, and provides the best means of measuring the annual rate of precipitation in the interior of the ice-sheet continent. In the same way the radioactive waste dumped in the sea from the atomic plant at Windscale in England can now be used as a perfect signal when studying water movements in the Arctic basin.

For our biologists, one central problem is the evolution of species in the Polar sea. It is well known that the global climate became colder and colder during the Tertiary. It was not a continuous cooling-but the general trend was towards a colder climate. The Arctic Ocean probably became ice-covered for the first time 15–20 million years ago–some say only 3½ million years ago. We may be able to find the right answer next summer. One also knows when the strait between Spitsbergen and Greenland was opened up–at least approximately–and when there was a connection with the Pacific through the shallow Bering's Strait.

Our biologists look upon this tremendous change in environment–from a warm early Tertiary to a really cold ice age in Quaternary–as a gigantic experiment in evolution. Both the recent and the fossil fauna shall be studied–the geologists will be able to tell the biologists everything about how much time has been available

for the evolution of new species or radical changes in others, and from their sediment cores they can interpret the changes in climate during this time span.

All marine life shall be studied, and since so little is known from the deep ice-covered areas, we expect interesting results. Just as the meteorologists observe all pollutants in the air and the oceanographers in the water, the biologists will collect samples from birds, mammals, fish, plankton, bacteria and bottom-living creatures to see how the natural environment has been disturbed so far.

One fascinating branch of the biological programme will be the study the polar bear. Interesting not only for the scientists directly involved, but for all people on board. Polar bears are beautiful, particularly when seen from a ship's deck. If you meet him on land or on the sea ice, he may attack without warning. Several bears will be tagged–some of them will be marked with little radio transmitters, so that their tracks can be traced from a satellite. From conservation point of view it is important to know how far these bears move.

Certain biological projects will be carried out by a group based on Kong Karls Land–called the cradle, the birth-place, of the polar bear. They will have to keep a really good watch and never move around without a gun.

The extent of the Quaternary ice-sheets in the European Arctic has from the very beginning been looked upon as one of the most important questions for the whole expedition. How far did the ice-sheets reach during the different ice ages, did they reach their maxima at the same time as the Scandinavian ice-sheet, what were the climatic characteristics like in the Arctic during and between ice ages? During our expeditions in the area in 1957, -58, -65, -66, -67 and -69 we found evidence of considerable glacial retreat from Spitsbergen about 11.000 years ago. Sediment cores from inland lakes show the first sign of life at about that time, drift wood and dead whales drifted ashore on beaches which are now lying 60–80 m above the present sea level. We also found out that a particular beach, 6½–7 thousand years old, marked by pumice that had drifted ashore after a volcanic eruption in the Arctic Ocean, or perhaps in Iceland, is situated at sea level in the north western corner of Spitsbergen and at 35 m elevation in the southeast. Our conclusion was, that an earlier inland ice-sheet had had its culmination over the Barents Sea–but we could never say, whether that ice-sheet had ever been connected with that over Scandinavia.

We want to concentrate our land-based studies this time on the eastern and southeastern islands, and one group of geographers and glaciologists will work with both the Pleistocene and the recent glaciation of Kong Karls Land. The frequent surface inversions permit glaciers to develop much below the expected glaciation

Photo 2 Raised beaches along the shore of Lady Franklin Fjord. The altitude, tilt and age of such beaches are parameters used for the study of glacial history.

level, and it is even possible that glaciers exist with higher ablation at high level and lower ablation near the sea. The net balance is, how ever, higher at the centre of the glacier than at its front.

I mentioned that we need to know about the possible connection between the large ice sheets in the European Arctic. We need this knowledge for further research on the development of global climate. No good models can be constructed if we don't know how large the ice and snow covered areas were during the ice ages. Better understanding of the conditions in the North is also important for other problems in the field of Quaternary geology–not least for the prospecting.

We will have one group working with sediment cores from the bottom of the Barents Sea. The ice conditions are far better there than in the north, and therefore our scientists will be allowed to work from a smaller research ship run by the Norwegian Polar Institute, and we will provide facilities for about 10 Norwegian scientists to work from our ship in less accessible areas.

Several marine geologists and geophysicists on board will work with problems concerned with sediments on the continental slope and in the deep ocean. We hope to retrieve 15 to 20 m long sediment cores, and we should be able to get down into sediments at least a few million years old. They will reflect the climatic development and the extent of Pleistocene ice-sheets. The movement of the continents, the volcanic history of the spreading centres will also be studied.

On the 25th of June we plan to start from Sweden and by then the ice-breaker should be equipped with all those instruments necessary on board an advanced scientific research ship.

We will first run a test cruise in the deep ocean outside the Norwegian coast and then put ashore about 20 scientists on Kong Karls Land. July and the early part of August will be devoted to cruises into the Arctic Ocean east and northeast of Spitsbergen. During this part of the voyage there will be 18 biologists on board and hardly any earth scientists; biology will have highest priority. On the 8th of August the expedition will return to Tromsö, to refuel, to leave most of the biologists and take on board 12 geologists for the next expedition leg. We will return to the Spitsbergen waters and its interesting island cross over towards Greenland at the end of August for work along the north coast where no ship has ever been before. Northern Spitsbergen will be visited also in September and we hope to return to Sweden before 1 October.

The total scientific staff, on board and on land, will be about 85 scientists, 30 of them from outside Sweden. Scientists from at least 8 nations will take part. Nearly 20 professors will be on the staff–so we hope that the expedition shall be a worthy way of celebrating A. E. Nordenskiöld's famous journey with the Vega.

P.S.

The above lecture was given in November 1979. The expedition sailed from Stockholm on 24 June 1980 and returned on 1 October.

All the work outlined above was carried out–only minor details were changed. 119 scientists and technicians from 9 different nations were engaged onboard the Ymer and on the Arctic islands. Oceanographical, biological and geological samples

were taken from the continental shelf out to 4 000 m depth on the Arctic abyssal plain.

イーメル80-1980年に行われるスウェーデンの北極探検

ヴァルテル・シット*

スウェーデンでは，100年前になされた A. E. ノルデンショルドによるユーラシア周航という地理学上の偉業を祝福すべく，イーメル80という名で，北極探検が計画されている。調査には，砕氷船イーメル（全長100m，22,000馬力）のほか，ノールウェイ極地研究所の調査船，ヘリコプター2機等が参加する。イーメルの航行ルートは地図に示すとおりである。調査は陸上でも行われる。本計画の前に，イーメル79と称して，主としてシベリアの海岸に平行に航行する1979年実施の計画が立てられたが，ソ連の協力が得られなかったこともあり中止となった。しかし，科学的な価値は本計画の方がむしろ上である。この探検での研究の対象は多岐にわたる。気象学の部門では，大気中の汚染物質（気体，エーロゾル，放射性同位元素等）や流氷と接する気層の夏期の冷却およびそれに関係する層雲や霧の発生などについての調査が行われる。海洋学の部門では，まずは，北極海をめぐる水の交換とその気候への影響，海水の動き，さらには海洋汚染などを究明すべく，海洋物理学と海洋化学の立場からの調査が行われる。本探検での生物学上の中心的プログラムの一つは，北極海における種の進化である。生物学者は，地質学者の協力を得て，温暖な第三紀初期から第四紀の氷期にかけて，環境と時間と種の進化の関係について考察する。さらに，厚い氷におおわれた地域での海洋生物や環境破壊の実態を究明すべく，数多くの生物の標本を集める。また，生物学の魅力的な分野の一つとして，北極熊の生態の調査も行われる。地理学者，氷河学者は，コングカールスランドでの更新世および現世の氷河作用について研究することになろう。接地逆転と氷河の消長の関係についても研究がなされる。地球的規模での気候変化の研究がさらに前進するためには，ヨーロッパ北極での氷床の可能なつながりを知る必要がある。バレンツ海では，海底堆積物のコアが採取される。さらに何人かの海洋地質学者と地球物理学者は，大陸斜面と深海底の堆積物に関する問題に取り組む。15～20m のコアが回収されることが望まれる。少なくとも数百万年前までの堆積物を調べられることが必要である。このような堆積物は，気候変化と更新世の氷床の広がりを反映するであろう。さらには，大陸移動や火山活動の歴史も研究されることになろう。

追　記

船は1980年6月24日にストックホルムを出航し同年10月1日に帰港した。すべての作業は細部を除いて計画どおりに進められた。この探検には，9カ国より119人の科学者と専門技術者が参加した。

（徳永英二）

* ストックホルム大学自然地理学教室

地学雑誌 90, 2 (1981)

日本の南極観測と地学研究計画の発展

吉田栄夫*

Some Aspects of the Japanese Antarctic Research Expedition —Progress of Earth Science Programmes—

Yoshio YOSHIDA

Abstract

In the austral summer of 1911–1912, Lieutenant Shirase organized the first Japanese Antarctic Expedition and explored the eastern part of Ross Ice Shelf and a part of Edward VII Peninsula. After that, only a few bibliographical studies were conducted by some scholars and people who are interested in polar expeditions. Japan resumed its Antarctic activity on the occasion of the International Geophysical Year in 1957–1958. Since then, multi-disciplinary scientific investigations have been continued within the framework of international cooperation.

The progress of the earth science research in the Japanese Antarctic Research Expedition can be devided chronologically into four stages. In the first stage from 1957 to 1968, the research in earth science provided fundamental knowledge on the environment of the vast region around the Japanese Scientific Station 'Syowa' in Lützow-Holm Bay, East Antarctica, through extensive studies conducted by oversnow traverses and field surveys in ice-free areas. General geology and geomorphology of the eastern Lützow-Holm Bay area and the inland Yamato Mountains, surface features of the ice sheet from Syowa to South Pole, and some ice thickness profiles by seismic shooting gradually came to our knowledge through this stage.

During the second stage in 1969–1975, the research programme became rather intensive, based on a systematic planning. The main research project was the Glaciological Research Programme in Mizuho Plateau. Glaciological oversnow traverses were carried out for the studies of mass budget in a local drainage basin of the ice sheet and the ice sheet dynamics. The drilling of the ice sheet was also conducted at the inland Mizuho Station. In addition, geological, geomorphological and geochemical studies were also made on a smaller scale. The finding of the "Yamato Meteorites" was one of the main results.

In the third stage in 1976/1978, the main programme of the expedition was the upper atmosphere physics during the International Magnetospheric Studies. Therefore, earth science studies were done on a smaller scale, as a sort of supplementary investigation.

In 1979, research activities entered into the fourth stage. The glaciology programme

* 国立極地研究所 National Institute of Polar Research

were combined together for the study of interaction in heat and mass transfer among the ice sheet, the atmosphere, and the surrounding ocean, in the international POLEX SOUTH programme. The earth science programmes, as one of the two major projects in this period, cover the integrated investigation of geology, solid earth geophysics, and marine geology and geomorphology.

On the other hand, the research in South Victoria Land has been continued by Japanese parties since 1963/1964, with logistic support by the United States and New Zealand. The geochemistry had been the main research field, culminated in the international Dry Valley Drilling Project from 1973 to 1975. From 1976/1977 to 1978/1979 austral summer, a search for Antarctic meteorites became the main theme as the U.S.-Japan joint project, which terminated in successful results.

はじめに

1910年，大隈重信の後援を受け，白瀬矗中尉は，わが国最初の南極探検を組織し，ロス海を訪れ，ロス氷棚の西部とエドワード七世半島を調査した。科学的成果は，たとえば同時期に行われた英国スコット隊の探検に比べて少ないが，彼等による未知領域の地理学的発見の貢献は，国際的にも評価され，1957/58年の国際地球観測年（IGY）を契機とする観測時代に入って，ロス海を限る東岸北部に，広く白瀬海岸という地名が米国によって付与されている。ちなみに，後援者や探検船の名をとったロス氷棚縁辺の，大隈湾，開南湾は，後に米国バード少将によって，別の名が付された。しかし，後年それを知らされたバードは，こころよく自ら命名した地名を撤回したので，改めて国際的にこれらの地名が認められたのである。

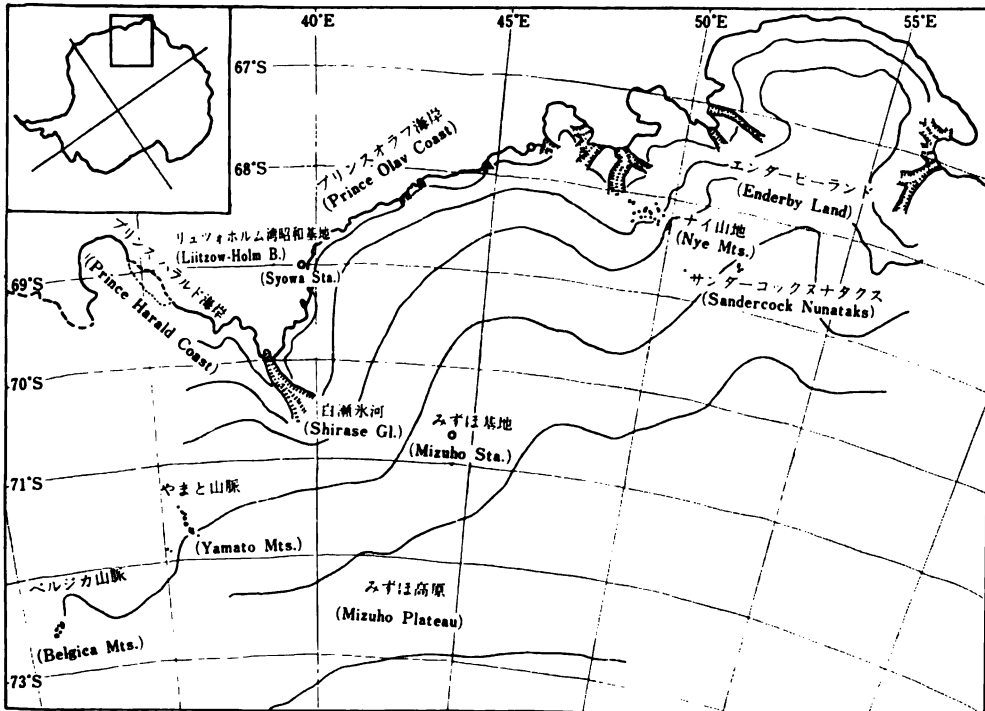
以後わが国は，長く捕鯨のほか南極地域に探検隊を送らず，わずかに少数の文献学的研究がなされたにとどまった。しかし，1956年11月，IGY 期間中に国家事業として国際的な南極観測に参加するため，第1次南極地域観測隊を送り出した。以後，1962年—1965年の一時的中断を挟んで，半恒久的な観測が実施されることとなった。

科学観測計画は超高層物理学，気象学，海洋学，測地学，地学，生物学，医学等の分野に及ぶが，本稿では広義の地学すなわち地質学，地理学，固体地球物理学，雪氷学などの観測について，時間的な推移をたどってみたい。

I 調査活動の時期的区分

過去20年余りに及ぶ地学観測の経過は，4期に区分して考えることができよう。第1期は，東南極リュツォホルム湾の北東縁東オングル島に建設された昭和基地（南緯69°00′，東経39°35′）を中心とする，広大な氷床域と沿岸及び内陸露岩地帯の，広域的な概査を行い，この地域の自然環境に関する基礎的な知見を得ることを主な目的とした時期である。

第2期は，調査活動の目的をより明確にした計画が，よりインテンシブな方法で実施され始めた時期である。主要調査計画は，みずほ高原と命名された。昭和基地背後の氷床域における雪氷学的調査計画であった。

第3期は，南極観測の主要観測項目は，国際磁気圏観測（IMS）の一環として行われた，超高層観測であり，地学調査は規模が縮小された。昭和基地東南280km にあるみずほ基地における雪氷学的調査，海氷と海洋学的調査，海底地形調査などが行われ，また夏期の地質図作成のための一般地質調査が行われた。

第 1 図
Sketch map of the ice sheet from Prince Harald Land to Enderby Land

1978—80年の第20次観測から第4期に入った。雪氷学部門は，気象学部門と共同して，南極域気水圏観測計画（POLEX SOUTH）の一環としての海洋—大気—氷床間の相互作用を主要テーマとする，3カ年観測計画を実施することとなった。一方，地学では露岩地域及び沿岸海域の地形・地質調査，地球物理学的探査，隕石探査等を3カ年計画で行い，昭和基地周辺地域の地殻の総合的解析に取組むこととなった。以上の2項目は，この期間の重点観測項目とされている。以上のような時期区分を枠組として，これまでの地学観測の概要を述べる。

II 各時期における観測

II-1 第1期

第1次観測（1956—58）の夏期間，吉川及び戸谷によって，オングル諸島及びラングホブデにおいて，短期間の地形調査が行われた。その観察は予備的なものであったが，この地域の地形学的課題を広く包括するものであり，氷床縁辺及び沿岸露岩の地形的特性，氷床の変動，隆起汀線の識別とそれからみた地殻変動，周氷河地形，氷床縁辺の最近の変化が調査された。この成果は，引続く地形学的調査の重要な指針となったのである。

一方第1次越冬に参加した立見，菊池は，沿岸の露岩地域の地質を調査し，ラングホブデ，スカルブスネス，スカーレンなど大きな露岩地帯の地質図がつくられた。この時期には，まだ大縮尺の地形図はなかったが，地質構造の概要が明らかにされた。また，この地域はプレカンブリア紀の変成岩類からなると考えられていたが，カンブリア紀の5億年前後の変成作用があ

第1表 DEVELOPMENT OF EARTH SCIENCES PROGRAMME

The First Stage (1957-1968)
- General, reconnaissance survey
  - Preparation of small scale maps
  - Geological and geomorphological survey of coastal and inland ice-free areas
  - Glaciological traverses to Enderby Land, Yamato Mountains, 75°S; 38° E, Plateau Station, South Pole

The Second Stage (1969-1975)
- More intensive, specific survey
  - Preparation of large scale maps of ice-free areas
  - Major Glaciological Research Program in Mizuho Plateau Traverse glaciology and drilling of inland ice
  - Other items
    - Geological and geomorphological survey
    - Geochemical studies
    - Search for meteorites

The Third Stage (1976-1978)
- Supplementary survey
  - Glaciological study at Mizuho Station
  - Geological and geomorphological survey
  - Oceanographic study in coastal area

The Fourth Stage (1979-1981)
- POLEX SOUTH and regional earth sciences studies
  - Climato-glaciological survey-POLEX SOUTH
  - Earth sciences project composed of three sub-programs
    - Completion of geological mapping of areas near Syowa Station
    - Geophysical investigation of crustal structure
    - Marine geology and geomorphology of Lützow-Holm Bay

ったことも明確となった。他方，犬橇チームはその位置形状が明らかでなかったプリンスオラフ海岸西部を踏査し，後の小縮尺地形図作成のための資料を得た。

第2次観測（1957—58）においては，砕氷船宗谷が流氷帯で氷に閉され，越冬隊を置くことに失敗した。そのため村内及び筆者らによる海氷に関する限られた観察と，少数点での底質採取が行われたに止まった。しかし，この海氷観察は後の氷海航行に有効な，この地域の氷の漂流に関する資料を提供することができたといえよう。

第3次観測（1958—60）では，主要な成果として，村内によるエンダービーランド内陸氷床上での氷厚測定があげられる。人工地震探査によって踏査ルートに沿う氷厚と氷下の岩盤の地形が初めて明らかにされた。

第4次観測（1959—61）では，1960年発見された昭和基地南南西300km の内陸にあるやまと山脈への踏査旅行が行われた。やまと山脈の測量，地形・地質調査，踏査ルート上での人工地震探査などが実施された。このほか沿岸の露岩地域や氷河，海氷の調査が行われた。白瀬氷河の末端部の流速は年間2km に達することが知られ，これは南極でこれまでに知られた最大

の速さとして注目される。

第5次観測では内陸南緯75度までの氷床域が踏査され，初めて氷床上での重力測定が行われ，またやまと山脈の調査，リュツォホルム湾西岸の調査などが行われた。これらの調査で，各種の片麻岩類や閃長岩質閃緑岩等からなるやまと山脈の地質や，氷蝕地形と氷床の変動に関する知見，あるいは氷床の形態や表面の雪氷学的性状，氷厚と岩盤地形などの資料が得られた。また，沿岸地域での氷床変動と地盤の隆起に関する時代的資料が得られ，あるいはリュツォホルム湾内に深さ1,000m 近い海底谷があって，複雑な海底地形を呈するらしいなどのことがおぼろげながら知られるようになった。

第6次観測(1961—62)をもって，南極観測は一旦打ち切られることになった。このとき夏期観測として，初めて昭和基地において地理調査所型重力振子による重力観測が行われ，昭和基地重力基準点はわが国の重力網と結ばれた。また，リュツォホルム湾岸からプリンスオラフ海岸にかけて，広く航空写真撮影が行われ，第1次，第3次観測で撮影されたものと合せて，東経37°～45° 間の沿岸の小縮尺地形図作成の資料がととのった。このほか，沿岸の地形調査なども行われた。

1962年2月に打切られた南極観測は，新砕氷船の建造，科学博物館極地部（後に極地研究センターを経て独立し，全国大学共同利用機関の国立極地研究所となった）という中核体の発足など，新しい体制のもとに，1965—67年の第7次観測から，半恒久的国家事業として再開された。調査活動は，ルーチンワークとしての気象観測，電離層観測，海洋観測などからなる定常観測と，研究テーマを中心に，比較的短期間の観測計画をたてて実施される超高層物理学，生物学，地学などの研究観測に区分されることになった。航空写真測量や重力観測を実施してきた測地部門は，国土地理院担当の定常観測の一つとされた。大型雪上車が開発され，ラコステ重力計や簡便で精度の高い電波測距儀の導入，海氷上から氷を通して直接水深が測定できる音響測深機の開発なども行われ，ヘリコプターによる夏期の露岩地域調査も，短時間ながら本格的に行われるなど，観測再開前とは地学調査も若干性質を異にするようになった。しかし，第7～9次観測の最大の課題は，昭和基地—南極点間を雪上車により往復して行う観測で，多くの努力がこの広域的概査に傾けられたことを考慮すれば，第9次観測までは，地学分野からみれば，なお第1期に属するといえよう。なお，観測中断中には，リュツォホルム湾及びプリンスオラフ海岸の2葉の25万分の1地形図が，国土地理院から刊行された。

第7次観測では，越冬中初めてラングホブデに大縮尺地形図図化のための，基準点設置が行われ，第8次越冬中の基線測定と併せ，2万5千分の1地形図作成の準備が整った。以後夏期や越冬中の露岩地の基準点測量と，第6次撮影の航空写真及びその後の航空撮影によって，既に作成されていたオングル諸島5千分の1地形図以外の，2万5千分の1地形図が順次刊行されることとなったのである。

第8次観測では，前述のように，第6次観測まででは，測地観測を中心に短時間だけ行われたヘリコプターによる露岩地域調査を，本格化する試みがなされ，冬期の積雪の多い時期では困難な地質や地形の調査が行われ，特異な塩湖の発見などの成果も得られた。越冬中，沿岸の地形調査や重力測定，昭和基地東方300km のソ連マラジョージナヤ基地までの海氷上の踏査旅行が行われたが，重点項目とされたのは，第9次観測で予定された極点旅行のための，予備調査及び燃料デポを行う調査旅行である。大きな空白地帯として残された氷床上で，人工地震

や重力観測による氷厚測定，地磁気測定，氷床の地形と表層観察，気象観測等が，昭和基地―極点間の丁度中間点に当る米国プラトー基地までのルートに沿って実施された。

第9次の極点旅行は，1968年9月28日から1969年2月15日に亘って行われ，往復5,182kmを走破した。氷雪ボーリング中の事故により不幸にして1名の雪氷研究者が旅行に参加不能となったが，氷床の表層や地形の調査，重力，地磁気，気象等の観測に成果をあげた。このほか，リュツォホルム湾東側沿岸の海底地形調査や，オングル諸島の地質精査などが行われた。

極点旅行は，第1期の地学観測を画するものであり，この時点までに，昭和基地を中心とするかなり広大な地域―それは面的にはカバーされていなかったが―の，気候学的特性，氷床の形態的特徴，内陸及び沿岸露岩地域の地質及び地形，湖沼の地球化学的特徴などについての知見が，ある程度蓄積され，以後の研究課題が明確にされてきたといえよう。

II-2　第2期

第10次観測（1968―70）から，通称エンダービー計画ともよばれる，みずほ高原における雪氷学観測計画が発足した。これは，昭和基地背後の氷床の，地域的な流域において，氷床の質量収支とダイナミクスを研究する目的を有するものである。

調査地域は，西をやまと山脈，東をサンダーコックヌナタクスに限られた東経35°から53°，南緯68°から最南端は南緯77°に達する地域である。氷床表層の層位，雪面下10mの雪温（年平均気温にほぼ等しい）等の調査，新たに導入された電波氷厚計による氷厚測定，氷床表面の流速及び歪み速度測定のための測定鎖（strain net）の設置及び再測等が，1969年及び1973年には，やまと山脈方面への雪氷学的踏査（traverse glaciology）で，1970年及び1974年にはサンダーコックヌナタクス方面への踏査で行われた。1971年及び1972年には，みずほ基地における深度150mまでの氷床ボーリングと，各種の雪氷学的研究が行われた。

これらの観測の結果，白瀬氷河を主要な排出口とする流域の氷床の，少なくとも一部では，内陸部で最大年間21mに達する速さがあり，かつ実質的な年間70cmの氷床面の低下，すなわち氷床が薄くなるという現象が明らかにされ，氷床下底が圧力融解の状態にあって，底面滑りによる流動を行っていると推定された。白瀬氷河の大きな流動速度とも関係が深いのであろう。一方，この流域の質量収支は，年間5.3×10^9トンのプラス，すなわち雪が蓄積される方向にあると算定された。より正確な値の決定には，なお多くの資料の蓄積が必要と考えられるが，東南極の諸流域の性状の比較には，重要な情報を与えるものである。

以上のほか，氷床の種々の規模での形態的特徴，年平均気温分布や積雪量分布その他の気候学的特性，雪層中の微量化学成分分布などが明らかにされた。氷厚分布もある程度知られるようになったが，航空機による測定が第21次観測まで不可能であったため，氷床下基盤の等高線を描くまでには至らなかった。

みずほ基地での氷床ボーリングで得られたコアについては，室内研究が進行中であるが，酸素同位体の分布による気候変動や積雪状態の研究が実施された。当初計画された400mボーリングは，150mに止まったが，後の浅層掘削にこの経験が生かされた。

雪氷学以外の地学調査―測地，地質，地理，地球化学―は，小規模で夏期間のみに行われることも多かったが，資料はしだいに蓄積されてきた。第15次(1973―75)，第16次観測（1974―76）では，生物，医学，地球化学の分野からなる環境科学が重点項目の一つとされ，地質学分野にも若干力点が置かれることとなった。露岩地域の基準点測量と地質調査が進むにつれ，大

縮尺地形図の図化が進行し，それに基づく地質図が，1974年から順次刊行されつつある。岩石試料の年代決定も少しづつ行われ，この地域の地質構造や変成作用に関する議論も深化した。沿岸露岩の氷食地形や隆起海岸地形，海底地形の調査も進展し，リュツォホルム湾東部の複雑な沈水フィヨルドともいうべき地形が明らかにされた。沿岸の湖沼群の地球化学的調査によって，湖沼水の生成過程や成層構造が探られ，地形発達との関連が検討されている。

この期の地学の重要な成果は，大量の隕石の発見である。1969年氷床流動測定のための標識設置その他の雪氷学的調査と，やまと山脈の地質調査を行う目的でやまと山脈を訪れた第10次越冬隊は，山脈周辺の裸氷(青氷)帯で，9個の隕石を発見した。これは，偶然でもあったが，当時教育大学の 朱来の示唆も大きかった。しかも，比較的狭い範囲に 分布しながら， 多様な隕石種から構成されていた。1973年，第14次越冬隊がやまと山脈を再訪し，さらに12個を発見した。これらの隕石はやまと隕石と命名された。これらの成果を基に，第15，16次越冬隊は，組織的な探査を実施し，1974年に663個，1975年度に307個の隕石を採集した。

これらの隕石は，従来試料に乏しかったわが国の隕石研究者，宇宙科学研究者にとって極めて重要な役割を果すこととなったのみでなく，世界的にも大きな注目を集めた。低温下の清浄な氷雪中に蓄えられている保存性の良好さ，計画的・科学的探査が可能なこと，量と質の多様さなど，他にない特徴を有している。隕石の集積機構はまた，氷床の運動や質量収支と密接な関係があり，これらを探る指標として重要である。

やまと隕石の発見は，別に述べる南ビクトリアランドでの，日米共同探査へと発展した。

II-3　第3期

第17次観測（1975—77）から第19次観測（1977—79）においては，昭和基地及びみずほ基地の主要観測項目は，IMS 期間中の超高層観測であった。このため，地学分野の調査の規模は縮小された。

1976年以降通年観測が行われるようになったみずほ基地では，積雪—消耗機構，大気—氷床間の熱収支，氷震などの観測が行われた。越冬中のリュツォホルム湾東部の海洋物理・海氷の研究，海底地形調査が行われ，また夏期に，沿岸露岩の地質調査が行われた。

II-4　第4期

第20次観測（1978—80）以降の3カ年，重点をおくべき観測として，国際的な観測計画である POLEX-SOUTH の一環として行われる気水圏観測と，地学観測が取り上げられることになった。気水圏観測は，内陸みずほ基地や昭和基地，あるいは踏査旅行において，大気，氷床及び南極周辺の海洋間の相互関係を追究し，南極氷床の，地球全体の気候及びその変動への影響を調査しようとするものである。ここでは気象学的な研究を柱とし，雪氷学が協力する。

一方，地学分野では，昭和基地を中心とする地域の地殻の総合的解析として，3つのサブテーマが取り上げられた。それらは，i）地質調査及び隕石探査，ii）大陸の地下構造の地球物理学的解析，iii）リュツォホルム湾の海底地形及び地質の調査である。この3カ年に主要な露岩地帯の一般地質調査を完了すること。隕石探査を進め，この分野に関連する地球科学・宇宙科学からの要請に答えること，やや規模の大きい人工地震探査を実施し，深さ20km ほどまでの地殻構造を明らかにすると同時に，将来の観測の予備実験とすること，地殻熱流量や測地学的地盤変動測定についての予備的実験を行うこと，大陸棚の地形・地質を調査し，南極氷床の発達史との関連を考察すること，航空磁気測定やマルチバンドカメラ撮影，電波氷厚測定，放射

能測定など各種リモートセンシングに着手し，資料を得るとともに，将来の技術的開発に資するなどの多様な観測項目からなっている。

以上の地学調査は，南極における地下資源問題とも密接に関連している。最近，世界の資源とくにエネルギー資源の逼迫から，南極の地下資源が注目されるようになり，その探査・開発をめぐり，わが国を初めとする南極条約協議国の間で，その学術的・技術的側面と，環境問題，法的・政治的側面について，協議が重ねられている。少なくとも，学術調査の面からは，南極における地学的知見は，未だ極めて不足しており，国際的に学術的な基礎資料を充実することが要請されている。探査・開発とその体制は，学術調査の範疇を越えるが，いかなる形であるにせよ，その可否を含めて，将来人類が利用についての判断を行えるだけの資料は得ておかねばならないとの認識のもとに，第20次観測からの地学調査は，地下資源基礎調査第１期３カ年計画としての性格をも有しているのである。

この観測は，現在実施中で，その成果の当面の整理にも，なお数年を要するが，シンポジウム開催後，本稿執筆までの間に行われた調査を若干あげさせて頂くと，日本隊として初めてやまと山脈西方150km のベルジカ山脈に至り，ほとんど未調査であったこの地域の地質調査を行い，また，やまと山脈周辺を中心に，隕石約3,000個を採集したこと，昭和基地～みずほ基地間250km 間に測線を設け，30カ所の観測点を設置して，大規模な人工地震探査に成功したことなどがある。

Ⅲ 南ビクトリアランドにおける外国との共同調査

前節に述べた南極地域観測とは別に，ロス海西縁のビクトリアランド南部，マクマード入江地域を中心に，地学分野の調査が，米国あるいはニュージーランドとの協同もしくは協力のもとに行われてきた。これについて若干ふれたい。

1963—64年の夏期，南ビクトリアランドの南極最大の露岩地域（しばしばマクマードオアシスと呼ばれる），通称ドライバレー地域で，米国マクマード基地の設営面での協力を受け，日本人チームによる塩湖の地球化学及び地形学的研究を行った。その成果の一つは，新鉱物 Antarcticite の発見である。以来，1964—65，1965—66，1968の夏期に同様の調査が行われた。1970—71にはニュージーランドの支援，1971—72，1972—73にはニュージーランド及び米国の支援を受け，湖水の地球化学，地球物理学，あるいは氷河—湖底堆積物の物理探査などが行われた。

これらの調査を一つの基盤として，1973—74夏期から，日，米，ニュージーランド３国共同によるドライバレー掘削計画（DVDP）が３年計画で実施された。これはこの地域の湖沼，氷河，海底の堆積物を掘削し，関連調査を含めて，この地域の氷河史，古環境などを明らかにしようとするものである。わが国は主として地球化学的研究を担当し，ほかに火山活動や湖水の温度成層の地球物理が調べられた。1974年シアトル，1976年ウエリントン，1978年東京において DVDP セミナーが開かれ，資料が検討された。その成果の一つは，新第三紀中新世層を含む堆積物が初めて採取され，この地域の地史に新たな光をあてたことである。

DVDP 終了後，1976—77年夏期には，ビクトリアランドの山地周辺の裸氷域で，日米共同による隕石探査が行われた。この期間中631個に達する隕石が，アラン丘陵周辺の裸氷地帯やダーウィン氷河地域などで発見され，これらはほぼ日米両国で等分されることとなった。南極

地域で発見された隕石—南極隕石—についての研究は，日米両国とも研究委員会を組織し，多くの研究者の協力を得て実施されつつある。なおアメリカは，その重要性を考慮し，日米協力による3カ年計画後，改めて米国独自で5カ年計画による探査を開始した。

この間，隕石探査に付随して，基盤地質の観察や，火成岩の古地磁気学的調査が行われた。また，DVDP 関連の調査は，“マクマードサウンド堆積物及び造構造運動研究（MSSTS)”なるタイトルのもとに，海氷上からの掘削や堆積物の研究として，ニュージーランドを中心とする国際協力研究計画として引き継がれ，わが国の研究者も，地球化学を主とする面で協力しつつある。

日米隕石探査終了後は，ロス島の溶岩湖をもつ活火山エレバスの地球物理学的研究や，西南極のエルスワース山地の地質学的研究，隕石の集積機構に関する雪氷学的研究が行われている。

おわりに

以上，わが国の南極観測における地学調査のあとを，時代的にたどってみた。南極の地学は，大きく i）基盤地質の形成と構造という，ゴンドワナ大陸の一部としての地質学的・岩石学的研究，ii）南極プレートの形成と運動，その性状の地球物理学的研究，iii）第三紀初頭にさかのぼるらしい氷河史の地質学的・地形学的・雪氷学的研究の3分野に区分できよう。これらは当然相互に関連し合い，また，資源問題や隕石探査がその周辺にある。今後昭和基地を中心として，雪氷学的研究と協力して陸上調査地域を拡大し，また新たな砕氷船（昭和58年度就航予定）による海域の地学研究を進めることによって，これらの課題の追究を深める予定である。

なお，本シンポジウムの性格と経緯，ならびに筆者の南極観測参加などから，成果の充分な紹介と論評は別の機会とすることを，御許し願いたい。

謝　辞

国立極地研究所長永田　武博士をはじめとする多くの南極観測関係者に厚く御礼を申し上げるとともに，坪井誠太郎，木内信蔵，矢沢大二の諸先生に対し，シンポジウムに参加する機会を与えられたことを深く感謝する次第である。また，シンポジウムの運営に当られた西川　治博士ほかの方々にも，厚く御礼申し上げる。

地学雑誌 90; 2 (1981)

Some Aspects on the Lappish Population and Economic Life in Northern Finland, Norway and Sweden

Eric BYLUND*

First of all I will declare, that I am not at all an expert in the Lapps and their culture and economic life. I have only in second hand been in touch with problems concerning the Lapps in Sweden. In connection with a research work, a dissertation work more than 20 years ago, dealing with the swedish colonization of the northernmost province in Sweden, called Lappland, I have also been interested in some features of the history of the Lapps in Sweden. And today I have had occasions, and reasons to think a little bit about the recent situation of the Lapps in connection with some research works concerning actual planning problems in sparsely populated areas in Northern Sweden.

Thus I have mostly to collect my material for this lecture from other authors' works, among others especially professor Israel Ruong, himself a lapp, professor in the lappish language but with a basic education in geography as well. I will only present to you an overview description of some traces in the development of the lappish settlements and their economic life.

The whole number of Lapps is about 34–35,000. About 10,000 of them live in Sweden, nearly 3,000 in Finland, 20,000 in Norway and nearly 2,000 in the Soviet Union.

The settlement region of the Lapps you can divide into 4 different geographical subregions.

1) The forest region in N Sweden and N Finland and the Kola Peninsula.
2) The coasts of the Atlantic and Arctic Ocean.
3) The so-called Finnmarksvidda–the high Finnmark plateau in N Norway with its undulating landscape of low mountains and hills and valleys, covered with birch forests.
4) The high mountain range with its "promontories" to the East and the low mountains with its adjacent forest regions which reach into the deep mountain valleys. In the mountains more to the South at the boundary between Sweden and Norway they are split up into more or less isolated smaller high mountains.

* Department of Geography, Umeå University

Information about the Lapp, in books, papers etc., concerns mostly the Mountain Lapps, those who are living in region 4 and even region 3. Much has been written and said about their migrations and old life in Lapp-tents or conelike huts. But as a matter of fact the Mountain Lapps migration or transhumance in its more extreme form is a relatively young type of economic life–it means from the 16th and 17th century. The most original, very old, type of lappish husbandry is hunting and fishing in combination with having a few tame reindeer, and they were mostly used for transporting cargos. This very old type of Lappish husbandry in the wilderness in its more pronounced form has existed up to our days at the Skolt Lapps in the boundary region between Finland and the Soviet Union.

Generally you can say that the so-called Forest Lapps in region 1, that means the vast forest region in N Sweden and N Finland, live more close to this original stage, besides the fact that these Lapps, anyway in Sweden, earlier than other Lapps have been in contact with the modern industrialized society and today they are very much influenced by this modern society.

The Forest Lapps are hunting and fishing, but nowadays it is not a question of hunting wild reindeer but forest birds and elks (mooses). Hunting is today not very important and is not to be allowed but during rather limited seasons, which is stated by central authorities. That is why hunting today is not a main means of earning a living, instead fishing is very important. And in that respect the Swedish and Finnish Mountain Lapps do not differ very much from the Norwegian Lapps in region 2 at the Atlantic coast. Of course one difference is that the Norwegian Lapps are fishing in salt water at open sea, whereas the Swedish and Finnish Lapps are fishing in rather small inland lakes with fresh water; and so do the Mountain Lapps as well.

Concerning the reindeer, that the Forest Lapps are breeding, they are of a different type or race then the mountain reindeer. The Forest reindeer are a little bit bigger than the mountain reindeer and, more important, they are grazing within rather limited regions in the forest inland area only within about 10–20 km^2. The mountain reindeer on the contrary have an instinct to move around very long distances: from the coastal regions near the Bothnian Gulf, where they are during wintertime, up to the high mountains 300 km from there during summertime.

In this connection I will stress the significance of the tree limit in the high mountain region for the mountain reindeer. They have namely their mate places upon the bare mountains just above the tree limit. Above this limit the ground always become bare early in spring upon the hills there, from where the snow has been blown away. On these bare ground places not far from the birch belt the calving usually takes place.

This migration of the mountain reindeer, due to seasonal variations, has distinguished the culture of the Lapps and even our imagination of the Lapps as an ethnic group. As I said before the Mountain Lapps have been "devoted" many books. But the Forest Lapps have not been paid attention to in the same way. Their reindeer breeding is also of a modest size; each family can have 20–a hundred deer, but a wealthy Mountain Lapps can be an owner of thousands of reindeer.

The breeding of tame reindeer in the western part of the Forest Lapps region in N Finland seems to have developed more evidently first after the start of the colonization during the 18th century–that means after Finnish people has been settled down in this region.. Reindeer breeding was formerly not very much developed–hunting and fishing were dominating; the Lapps did not even milk the deer; that did the Swedish Forest Lapps at the same time.

At the Skolt Lapps in the Northeast of Finland, however, a little bit more developed and intensive reindeer breeding developed. The reindeer was a significant part of their husbandry.

The nuclear area of the Skolt Lapps was formerly the very lake rich frontier region between Finland and Russia. After the second World War Finland had to give up a large land area to the Soviet Union and that is why the Skolt Lapps were moved to the vicinity Northeast of the Lake Enare, a landscape which to some extent is a remembrance of the old lost country. The new boundary divided the Skolt Lapps region into two parts and thus cut off all communications between the Finnish and Eastern parts and caused serious troubles for the Lapps. So the reindeer stock, owned by the Finnish Skolt Lapps has diminished to less than a fourth of the 8,000 heads before the war.

By studying the old Skolt Lapps and their history one has gained knowledge about the Lapp life and organization during ancient times. Thus the name *sita* has been known as a very old conception, which cover the cooperative society of the Lapps. The concrete reality behind this conception can vary somewhat but the most usual meaning is a migration team, consisting of more than one family with their reindeer–sometimes only one single reindeer owner with his family, when the whole reindeer herd could be guarded from the family tent as the base. This meaning of the *sita* is the predominant one within the Lappish region in Sweden, anyway within the Forest Lapps region. There exist as well in a larger sense a conception named Lapp village, not a place but a region within which a collective group of Lapp families are organized and are running their economic life. The so-called Lapp villages imply the basic organization for the Swedish Lapps.

In Finland, N Norway, and in Sweden the original *sita* organization broke up

when mountain nomadism developed as a monoculture, a means of livelihood based entirely or almost entirely upon individually owned herds of reindeer. When the herds grew bigger it was not possible as before to keep the so-called winter village together where the different migration team lived together, as the bigger herds needed a more frequent change of grazing grounds also in wintertime. The name of the old *sita* winter village, *talvatis,* are still found in Sweden. The Lapp names for the so-called church villages of Jokkmokk and Arvidsjaur are precisely talvatis.

For the Mountain Lapps–rather different conditions apply as regards the Forest Lapps–the breeding of mountain reindeer implies a change in direction of higher frequency of migration.

Reindeer-breeding may probably be said to have reached its most extreme *total nomadic* development during the hundred years 1750–1850. But even when the frequency of migration was at its highest, there were certain maximal durations of settlement on the migration route. The maxima are found in the three main parts of the migration area: the summer country or fields in the alpine region, the autumn and spring country in the subalpine region and the winter country in the forest region. The maximum duration of settlement is highest in the intermediate region, owing to the circumstance that the reindeer have their mating and calving grounds there and for this reason are most "home-bound" in this region. It is also connected with the fact that the nomad here changed from winter equipment to summer equipment in the spring, and from summer equipment to winter equipment in the autumn, which at an early stage made it necessary to erect solider buildings for the storage of the equipment during the period when it was not in use.

When with the change in the structure of the reindeer-breeding during our century–from independent husbandry to a money economy, from a more all-round use of the domesticated reindeer for purposes of transport, for milking and for slaughtering to raising it chiefly or solely in our days for slaughtering, from a more individual type of reindeer-breeding to a more collective type again–a tendency to more permanent settlement once more manifests itself; it is interesting to see how the development has gravitated towards a type of settling, more and more emancipated from the migrations of the reindeer. The equipment for the summer migration and the Lapp tent has today nearly disappeared. And now nearly all Lapps, anyway in Sweden, live in ordinary houses. Today it is only the reindeer herders–when they are driving the herds–who then are living in tents or coneshaped huts of old type. The old colourful costumes and certain customs and habits are used at solemn and ceremonical occasions: at wedding, when they are visiting the church and often when visiting markets and fairs. Many a tourist in the North surely are disappointed, when they can not have a look upon Lapps in bright colours what the tourist brochures promise. For them the Lapps therefore are very difficult to recognize and

separate from "ordinary people".

As a minority the Lapps have of course great difficulties to vindicate their characteristics within a greater society. Their culture is to a high degree distinguished by the nature influenced economic life, by the reindeer breeding. But they are not numerous they who are occupied by the reindeer. I can only mention figures from Sweden: there no more than 2,500 Lapps at the most of the 10,000–15,000 Lapps in Sweden are gaining their livelihood from reindeer breeding. That means a very small minority of the Swedish society with more than 8 million citizens. The other Lapps are nowadays more or less integrated in the Swedish society and as a matter of fact most of the people with Lappish origin outside Norrbotten, the northernmost country in Sweden, are living in the Stockholm region.

Even those Lapps, who are not dealing with reindeer try to organize themselves to certain extent, that is true, but it is very difficult for them as they are split up geographically, and only their ethnic background is of common interest for them. Besides they are in a certain contrariety to those who are reindeer owners; these are the only who possess the privileges, which are combined with the reindeer ownership. I ought to have said it before. It is so that in Sweden the Lapps have an exclusive right to deal with reindeer; the same in N Norway but not in Finland, where others than Lapps have right to have reindeer herds. A certain number of so-called tended reindeer–that means that they are tended by Lapps–can be owned by others than Lapps also in Sweden but the number is maximized to 20 and only Lapps are allowed to tend them. And the Lapps must be paid for the tending.

In ancient times up to the end of the 17th century the Lapps were nearly the only inhabitants of N Sweden and N Finland. They experienced competition only from the Norwegian fishing people at the Atlantic and Arctic Ocean coasts. Since then the Lapps have been successively forced out of their ways and pushed to an overtime narrowing region in the West and Northwest and are nowadays nowhere alone in their settlement region. Swedes, Norwegians and Finns are all over inhabitating old Lappish land, and as a rule–the exception is upon the high plateau in N Norway, the so-called Finnmarksvidda–the Lapps are a minority people even within rather limited areas.

This development includes many conflicts, which to nature and contents have changed over time, but which of course in a comprehensive meaning can be said to imply a competition concerning land use. I will a little bit more say something about the development in Sweden, that I know best.

In Sweden it was first during the end of the 17th century and first of all after the midst of the 18th century when that province called Lappland began to be

colonized by Swedish settlers. The Swedes started with agriculture and was residential after an initial time of fishing and hunting journeys into the inland areas. Here and there one started mining, rich of minerals as it is, Lappland. The Swedish state encouraged this settling down. Its aim was to create residential settlements; first of all to vindicate the Swedish supremacy over the northernmost part of the country. Its boundaries were not confirmed until 1751. And so the state wanted to have tax objects. The taxes were a kind of ground taxes and were laid upon the individual farms and that is why the state wanted the establishment of more farms even in this northernmost part of Sweden.

I will stress that the state from the beginning not at all neglected the Lapps and their industries from a principal point of view. The idea was that the land areas in the far North were so vast that *both* the Lapps and the colonists could get on well together in Lappland and that the Lappish nomadic life and the Swedish industries practised by the residential colonists, principally were so different that they without disturbing each other could exist *side by side*. The basic idea for this principal opinion of the Swedish state was however based upon a series of illusions about the possibilities for a competition free state of things in this part of the country between its inhabitants, the Lapps and the Swedish colonists.

These illusions can be systemized in the following scheme:

Lapps	Colonists
Vast areas for the economic life	Limited small areas for agriculture
Wide grazing grounds for reindeer	Limited grazing ground for cattle
Very long distance migration for grazing	Limited hunting and fishing
Wide hunting and fishing	(restrictions by law)
Nomads	Residential farmers

An explanation to these wrong ideas about two distinctly separated ethnic groups of people with separate ways of earning their living must be the deficient knowledge about the Forest Lapps and their economic life, a state of things, that–as I have already mentioned–still today is a fact. It is the Mountain Lapps with their old pronounced nomadic life who dominate the ideas about the Lapps, all types of Lappish people.

The conditions for and way of life of the Forest Lapps were not very different from the life of the colonists. The area that they used was rather limited–as I said, the forest reindeer are staying all year round within 10–20 km^2 only. Their reindeer herds consisted of only 20–100 animals in general; and their goats were for those who had only a few reindeer almost more important for their livelihood. And the fishing in the small lakes was a question of death or life for them.

And what about the colonists in this respect? Their economic life area was not at all so limited as the authorities believed or wished. Many of the colonists moved rather long distances during one year–between different resting places for their cattle. They were practising transhumance in order to utilize the grazing vegetation of the land. And hunting and fishing they carried on more widely from the settlements than what the lawmaker could imagine.

Consequently, this means that in spite of what the authorities had planned from the beginning there aroused a hard competition between the Lapps and the colonists/farmers for the land and its utilities. Conflicts were therefore unavoidable.

Particularly there were controversies concerning fishing in the lakes. From the beginning, up to the end of the 18th centruy the Lapps were successful at the courts; that means as long as there was a question about fishing only.

But up to the beginning of the 19th century the colonists started to dig out lakes and moores and dam up small streams and rivers to obtain a better haymaking result. It was necessary to get enough with hay to the cattle to live from during the long winter. In that situation the courts started to give priority to the agriculture and cattle breeding of the colonists before the interests of the Lapps. The colonists were better as tax payers from the state's point of view. So the Lapps were forced to leave many lake district in the forest area and move westward. The Forest Lapps are nowadays living in the forest land in some rather small limited areas, on their way to be fully integrated into the Swedish population–as has been said already.

The more specific Lappish ways of earning a living on the other hand, the Swedish state has been standing up for, i.e. the reindeer economy, which has been protected as a unique monopoly to the Lappish people. However it does not displace the fact that the fundamental principle has been of an ethnocentrical art and has meant a favouring of the Swedish economy to the drawback of the Lappis in conflict situations.

The principle has led to the acting of the Swedish authorities right up to modern times. The purposes have from the Swedish point of view, changed. But the Lapps have always had to give in, *when,* and I quote from the beginning of the 18th century: "When it is better for the state to transform the countries of the Lapps to utilities of different types". It could have been haymaking–and cultivated fields in old times, and today constructing of waterpower plants, roads, tourists establishments, mines and modern forestry.

It is about a long series of naitonal interests, which the state authorities have prioritated during times gone and being. These priorities have of course highly

helped to improve the conditions of living in Sweden. They have contributed in raising our standard of living, the standard of the Lapps as well. They have also gained on this development. But their possibilities to keep their characteristics, their language and their culture intact have at the same time strongly been deteriorated in spite of the fact that rather much has been done from the state side to create some guarantees, e.g. by school education, specially education in the Lappish language, so that their culture could be maintained as a living culture–that is also the main cause for the Lapps having been awarded their reindeer monopoly.

You can point out many conditions which have made that the Lapps have not been able to put forward their interests in the "great society". They have always consisted of a small number of people. They have lived spreading out over a very large area departed from each other because of physical geographical barriers.

The ecological division depends on the differences in language, differences in tending reindeer etc. which have laid obstacles against an efficient cooperation and collective actions between the Lapps. Sometimes differences in property, often counted in the number of reindeer and different attitudes to modernizing their reindeer breeding have caused contractive opinions. You can also point out special features in the Lappish culture as traditional and conservative thinking, maybe sometimes shortage of ambitions to improve their living conditions, which all together have had a retarding effect on the enterprising spirit.

Since long ago different authors, who have been studying the Lapps, have stressed the mild and peaceful behavior of the Lapps. The longtime guardianship from the authorities, ethnological view upon the Lapps from the inhabitants of the "great society", earlier race discriminating opinions, have created a subservient and nonenterprising character of the Lapps, which up to our days has been distinguished by a low education degree.

The low evaluated, low income characterized and subordinated position of the Lapps have weaken their ethnical identity compared with what the industries in the great society has been able to give, the economy of the Lapps has created a weak base for their living, in any case very unstable; also the big reindeer-owners who periodically could have been regarded as rich people have been struck very hard in bad years, when the supply with food for the reindeer during the winter has been all to scanty. So they had to leave their land and go out as beggers in many cases. This could often happen up to our modern welfare society, which gives the Lapps the same social care as to all other citizens, and this situation is the same in all three countries.

Since the middle of our century there is a tendency to a new development. The

whole Northcalotte area, especially the inner parts of N Sweden and N Finland has turned over to an outmigration and depopulating area. The marginal small farms are going out of running and the modern forestry is rationalized more and more, which causes less possibilities for getting jobs.

The industrial development is too weak and the industry can not suck up the idle workers from agriculture and forestry, who lost their jobs. Unemployment and outmigration to the southern parts of the countries is the result.

The Lapps are included in a sparse population in a peripheral region because they have left their old selfsustenance husbandry and are more and more integrated in the ways of living and economic life of the modern society; they are struck in the same way as other inhabitants in sparsely populated areas. These areas and the small central places where most of the Lapps are living are now tending to disappear, that means that they become entirely depopulated.

The colonization which once pushed the Lapps away is now so to say going reverse. But the risk is that the Lapps will be included in this reversed movement. In the future it will not be possible for the Lapps as before to stay in their ancient settlement regions and earn their living by non-Lappish occupations.

The rejecting of the segregating and discriminating policy and the reducing of race prejudicies of individual Lapps have opened better possibilities for the Lapps to get job as individuals and play a social role in the great society outside the minority group. This development in combination with the deteriorated possibilities for earning a living within the Northcalotte area contribute to the weakening of the unique Lappish society and the unique Lappish culture.

In Sweden at least you can recognize a tendency to restrict the problems about the future of the Lapps to a question about the reindeer breeding, but the understanding is growing for the fact that this question, of course a nuclear question, includes in itself a great number of other questions, coordinated with the deeper problems, which our modern society has to deal with today and in the future.

フィンランド・ノルウェー・スウェーデン北部のラップ人

エリック・ビルンド*

フィンランド・ノルウエー・スウェーデンの北部に35,000人ほどいるラップ人のうち，山地の

* ウメオ大学地理学教室

森林限界以上に居住する山地ラップ人と，低地の森林に居住する森林ラップ人とは，暮らし方がかなりちがっている。森林ラップ人の生活は古い時代のラップ人の生活様式を色濃く残している。ごく最近まで，森林ラップ人は狩猟や漁労（これらはラップ人の古い生業形態である）を生業にしていた。トナカイの飼育を始めたのは最近で，飼っている頭数も少なく，移動範囲もせまい。山地ラップ人が牧畜を始めたのもそれほど古いことではなく，16-17世紀である。そして，およそ100年前には完全に牧畜（移牧）だけに依存するようになった。夏には高山地域へ，冬には森林地域へ移動し，春と秋は亜高山帯で過す。移動距離は数100km にも達している。山地ラップ人の生活基盤は牧畜業にあると考えられがちであるが，現在では牧畜だけで生活しているラップ人の数はたいへん少数になった。スウェーデンの場合，ラップ人口のうちの７％ないし25%にすぎない。

17世紀後半には，ラップランドにはラップ人だけが居住していた。そこへ，南からの移住農民が侵入するにつれて，いろいろの問題がおこり始めた。これに対する政府の立場は，スウェーデンの場合，土地は広大であり，移住農民と牧畜ラップ人とは生活の場が異なるから摩擦は起きないであろうというものであった。しかし，現実には多くの問題が起き，ラップ人はいつも不利益をこうむってきた。政府が長年ラップ人を保護し，生活水準・教育水準を高めてきたとはいうものの，少数民族であることと，牧畜という不安定な生業に依存していることとのために問題の根本解決はなされていない。ラップランドからの人口流出が20世紀半ばから始まったことによって，ラップ人がラップランドとその周辺でスウェーデン人に雇用される機会が減った。いっぽう，ラップ人に対する人種偏見は減り，ラップ人がスウェーデン社会にとけこみやすくなった。しかし，これがラップの固有文化の崩壊をはやめることになった。現在では都市で生活しているラップ人も多い。（岩田　修二）

地学雑誌 90, 2 (1981)

擦文文化

——北海道の先アイヌ文化——

藤本　強*

The Satsumon Culture

—Pre-Ainu Culture of Hokkaido—

Tsuyoshi FUJIMOTO

Abstract

I

The Satsumon culture was in existence in Hokkaido from 9th to 13th century A.D. as a Pre-Ainu culture of Hokkaido. The Satsumon culture succeeded the Post-Jomon culture. The Satsumon culture was formed on the basic cultural elements of the Post-Jomon culture. Some cultural elements from Japanese culture of that time were added to them. The basic cultural elements of the Post-Jomon culture had their roots in late or the latest Jomon culture in northern Japan. So, the Satsumon culture can be regarded as one of the direct descendants of the late or the latest Jomon culture in the northern Japan.

About two thousands years ago, rice cultivation began in Japan. At first, rice cultivation was practised in southwestern Japan and it gradually expanded to the east. Finally, it reached the southern Tohoku district, but it could not penetrate into northern Tohoku and Hokkaido. In the northern Tohoku and Hokkaido, people lived on fishing, gathering and hunting as was the case in the previous Jomon period. After the introduction of rice cultivation, the livelihood of people in Japan was separated into two different ways. In most parts of Japan, in southern Japan, people depended on rice cultivation and in the northern extremity of Japan, people lived on fishing, gathering and hunting.

II

The sites of the Satsumon culture are found mainly in the lower river regions and are located on the river terrace or on the sand dune along the river (Fig. 1). The Satsumon people lived in Pit Houses. Their Pit Houses can be recognised on the surface. We can see many depressions of the Satsumon Pit Houses in the sites. In the large-sized sites, thousands of Pit Houses are seen on the surface. The Pit Houses of the Satsumon culture have rectangular or square plans with a side of 3–10 m and have built-in ovens on the wall (Photo 1).

One large-sized settlement is commonly seen in each river region. Dozens of medium or small-sized settlements of the Satsumon culture which are consisted of

* 東京大学文学部附属北海文化研究常呂実習施設
Tokoro Field Laboratory, Faculty of Letters, University of Tokyo

Before present	The other part of Japan	Hokkaido
	Modern Age	
	Edo Era	Ainu culture
	Muromachi Era	
	Kamakura Era	Satsumon-Okhotsk culture
1000	Heian Era	
	Nara Era	
	Tumulus culture	Post-Jomon culture
2000	Yayoi culture	
	Jomon culture	

several or dozens of Pit Houses are scattered around a large-sized settlement. In our investigations, it is clarified that the small or medium-sized settlements of the Satsumon culture consisted of one to three Pit Houses at the same time (Fig. 2). The Satsumon people built their houses and lived there. Then, they abandoned the site. Some time later, they built houses, lived and abandoned. The same procedure was repeated and at last, there remained many depressions. The Satsumon people had regulations to construct their houses and settlements as follows (Fig. 2):

1) The Satsumon people did not built their houses in the depressions caused by the former houses.

2) Pit houses built simultaneously were one to three in numbers. So, the settlement of the Satsumon culture was composed of one to three Pit houses.

3) The mutual directions of the Pit houses built simultaneously were lined parallel to the main axis of the neighboring stream or to the edge of a terrace.

4) The direction of each Pit house within a settlement was similar.

5) The most favourable place was chosen first for their living site and the next favourable place was occupied succeedingly.

We have not completely investigated a large-sized settlement. We cannot describe in detail. I suppose that dozens of Pit Houses were built simultaneously and that they were built in groups of one to three Pit Houses.

In the regions along the Okhotsk sea coast, large-sized settlements are generally situated on sand dunes. Small or medium-sized settlements are commonly situated on river terraces where we can get water supply today. These two types of the settlements are situated in different environments. In large-sized settlements, there are scarce food supply except for foods obtained in the area of a nearby river side. On the contrary enough, people in small or medium-sized settlements, could get tubers, berries and hunt animals of the surrounding forests and could catch fish in nearby streams. I think that these two types of settlements had different roles and were used in different seasons. Large-sized settlements were used for fishing of salmon and trout in autumn and early winter. Small or medium-sized settlements were used for gathering edible plants, hunting animals and fishing in the other seasons.

In the western part of Hokkaido, especially in the Ishikari river regions, the people of the Satsumon culture might have a different livelihood. In these regions, they commonly lived on the lower river terrace near the river. They might be more dependent on millets for their food than the people in the eastern part of Hokkaido. The people in the western part of Hokkaido did gathering, fishing and hunting, too. They cultivated millets in the flood plains, but in small quantity. The differences of the livelihood between the people in the western part and those in the eastern part are not qualitative but quantitative. Natural remains and the implements getting foods in the sites of the Satsumon culture are very scarce, so we cannot certify these aspects archaeologically.

III

The Ainu culture inherited many elements of material culture from the Satsumon culture, but it had also some cultural elements from different origins. Especially in the eastern part of Hokkaido, many cultural elements from the Okhotsk culture are seen. The Okhotsk culture flourished almost at the same time as the Satsumon culture. It was distributed on the coastline of southern Sakhalin, of eastern Hokkaido and of the Kurile Islands. The Okhotsk culture was basically a maritime culture subsisting on sea-mammal hunting and fishing.

The basic subsistence systems of Ainu culture were supposed to come from the Satsumon culture. In detail, it is not clarified. Judging from the observation of the distributions of the sites, the Satsumon culture was more dependent upon fishing of salmon and of trout than the Ainu culture. The sites of the Ainu culture are found not only in lower river regions, but also in middle or upper river regions. Many problems remain for future studies.

I

擦文文化は9世紀から13世紀にかけて北海道一円および東北地方北端にみられる文化である。擦文文化の存続年代に関しては，多くの研究者がほぼ上記の年代を考え，平安・鎌倉時代に平行するものとしているが，なお異論もある。それは少なくとも道東においては江戸時代初

頭まで続いていたとする考え方である。これは擦文文化の後に続く歴史的諸事実をどのように考えるかによって生じた差異である。

擦文文化の遺跡は北海道全域と東北地方の北端にみられる。現在の稲作の北限地域に近い地域である。擦文文化の主な生業は漁撈にあったものと考えている。特に秋から初冬にかけて溯上する鮭・鱒の漁撈が冬期の食糧を獲得する意味においても，もっとも重要なものであったのであろう。この他，春から秋にかけての植物性の食糧の利用もかなりなされており，狩猟も行なわれていたものと考えられる。ヒエ・アワ・ソバ・マメ・カブなどの原初的農耕も行なわれていたことが次第に明らかになってきているが，これが生業の中でどれだけの重要さを占めていたかは疑問である。

擦文文化の存在していた時代を擦文時代と呼ぶが，擦文時代の気候及び環境は若干の違いはあったにせよ，現在とほぼ同じ状況にあったものと考えられる。現在の北海道の年平均気温は8～5.5度ぐらいであり，暖さの指数（吉良　1971：124～125）は66～45ぐらいである。北海道の東と西でかなりの差がみられる。北海道のほぼ中央を南北に走る山脈の東と西で差がある。この東は年平均気温6度以下，暖さの指数60以下であり，この西は年平均気温6度以上，暖さの指数60以上となる。雪も西に多く，東に少ない。この東西による差は縄文文化以後の種々の文化要素の中にもみられることがあり，気候および環境の差が文化要素にも影響を与えているように思われる。

自然植生は北海道の場合には大きく三つに分けることができるようである（宮脇ほか編 1978，吉良ほか 1980）。黒松内低地帯以南の渡島半島に分布するブナを代表種とする落葉広葉樹林，それ以東の低地に分布するミズナラ・カシワなどを代表種とする落葉広葉樹林，山地に分布するトドマツ・エゾマツを代表樹種とする常緑針葉樹林である。擦文文化の遺跡がもっとも密にみられるのは，葉落広葉樹林，特にミズナラ・カシワを代表種とする広葉樹林である。

擦文文化は擦文文化の前に北海道にあった続縄文文化の基本的な文化要素の上に当時の本州の文化要素を加えて成りたった文化である。生業の重要な部分というようなもっとも基本的なものは続縄文文化を受けつぎ，住居の形，住居の上屋の基本構造，土器の整形などを奈良時代もしくは平安時代初めの本州の文化から受け入れているように考えられる。方形の平面形をもつ住居は従来の北海道にはなかったものであり，また壁面に作りつけられたカマドも明らかに本州からもたらされたものであろう。また続縄文土器には縄文文化以来の伝統である縄文がほとんどの土器につけられているのに対して，擦文土器にはこれが全くみられず，本州の弥生土器，土師器に通常みられる木片による整形（横山　1978）が一般的にみられるようになる。擦文土器になり，最後の縄文伝統が消えることになる。しかし，土器もただ土師器が入ってきた訳でもない。整形や器形は土師器が大きな影響を与えているが，文様は続縄文土器から受けついでいる。土師器には文様は全くみられないのに，擦文土器には木片で刻まれている刻文がみられる。このモティーフは続縄文土器の最後のものにきわめて類似しており，そこから伝統として受けついだことは明らかである。

続縄文文化の基本的な文化要素は北日本の縄文時代後・晩期の文化から受けついでいるもののようである。従って，ある意味では擦文文化は北日本の縄文時代後・晩期文化の直接の子孫ということができよう。特にこれは基本的な生業という面では，非常に色濃いものがあるように思われる。

II

2,000年前をすこしさかのぼる頃に始まる水稲耕作は日本の社会に非常に大きな影響を与えたが，それが本来の形で定着できたのは東北南半までであった。東北北半および北海道では水稲耕作は不可能であった。別の観点にたてば，気候上からくる制限だけではなく，社会が水稲耕作を受け入れなくても成りたっていたということもいえるかもしれない。東北北半以北に水稲耕作が定着しなかった理由をただ単に気候上の制約のみに求めるのはあるいは間違っているのかもしれない。従来の生き方で十分に安定した生活が送れれば，新しい生業体系を必ずしもとりいれる必要もないからである。岡田宏明氏は，こうした点から，続縄文文化，あるいは採集経済段階の文化の見直しを説かれている（岡田　1980：224～225）。この問題は将来の問題となろう。

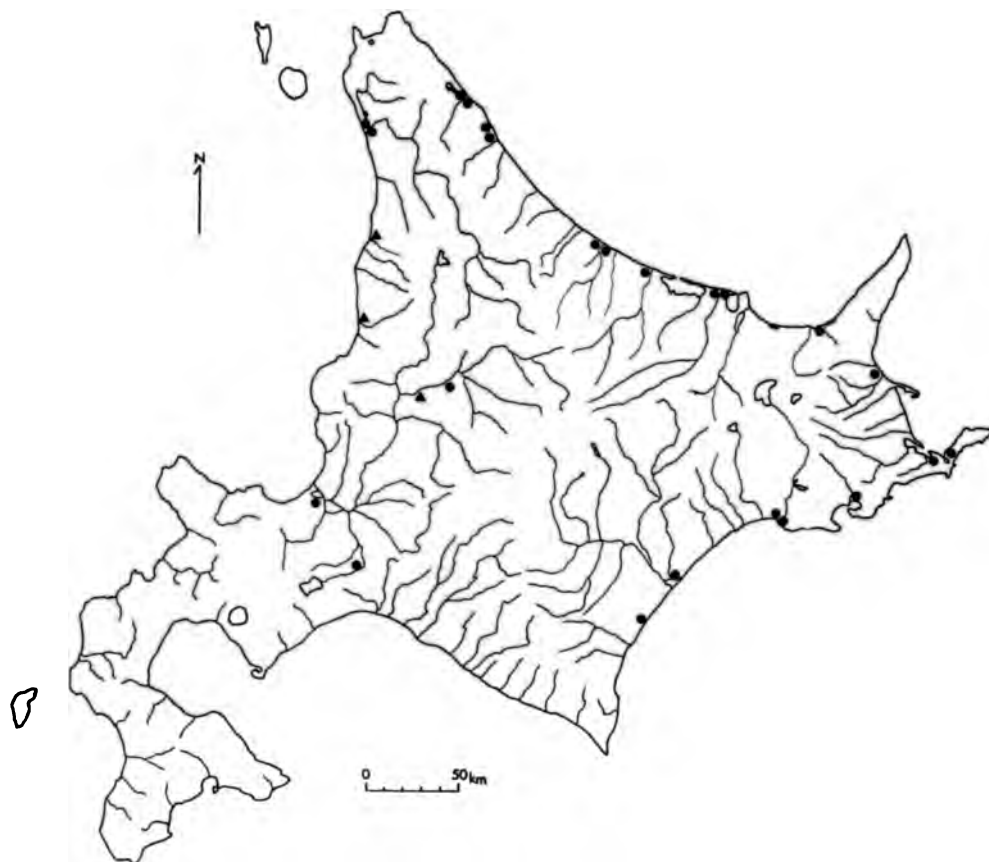
水稲耕作の導入後，縄文時代には多少の差異はあるもののほぼ同一歩調をとっていた日本の文化は大きく二つに分れることになる（山内　1933：50～53)。南日本は水稲耕作を受けいれ，名実ともに農耕社会としての歩みを始めるのに対して，北日本は従来の生活と大きくは変らない，漁撈・採集・狩猟を主な生業とする生活が続くことになる。

基本的な生業が異なりまた社会構造も違っているので，両者の歩みは全く別の歩調となる。南日本では，やがて統一国家が生まれ，その影響が種々の形で北日本にも及ぶことになってくる。擦文文化の成立をうながしたのもこうした南日本の種々の影響が一つのきっかけになっていたものである。

擦文文化がどのような社会をもっていたのかはまだ明確ではない。研究者の中には，墓制などから階層のある社会を考えているものもみられるが（天野　1977：64，67），その墓制はきわめて限られた地域・時代のものであり，その後には続かないようである。一般的には階層のない社会を考えるのが妥当であろう。

III

擦文文化の遺跡は下流部に集中する。中流部にはまだ少数の遺跡がみられるが，上流部には全くといってよいほど遺跡はみられない。特に大規模な遺跡はそのほとんどが川口部に集中する(第1図)。この種の遺跡の分布がみられるのは十勝川，天塩川，釧路川，常呂川などの各海域に注ぐ大きな川の流域だけでなく，頓別川，幌内川，渚滑川，湧別川，斜里川，標津川，別当賀川，別寒辺牛川，などの中河川流域でもほぼ同様の分布がみられる。ただ道内の最大河川である石狩川流域は中流部にも大規模な遺跡を含む各種の遺跡がみられる。石狩川流域では，開発がきわめて早く，明治時代の前半に水田開発がなされ，この流域の擦文時代の遺跡の多くがあったと思われる川畔の地域は大部分水田となってしまったため，多くのことは判らないが，明治20年代に残された分布図と記録によって，その一端を知ることができる（高畑　1894)。これらによると分布の様相は道東地域とかなり違っていたようである。これが何に基因するのかなお明確ではないが，渡島半島に大規模な遺跡が全く確認されていないことを考えあわせると，生業が道東地域とは若干異なっていた可能性がある。道西部の場合には原初的な農耕により比重がかかっていたのかもしれない。今後に残されている問題である。

道東部の例として常呂川流域の例をやや詳しくみていこう（藤本　1979a)。擦文文化の多く

第1図　擦文文化の大規模遺跡（大集落）の分布（●印は確実なもの，▲印は不確実なもの）

の遺跡は川口からもしくは海岸から2km の範囲に集中している。常呂川下流域には31の擦文文化の遺跡が確認されている。このうち22の遺跡で擦文文化の竪穴住居跡を確認している。しかもそれらはいずれも数多くの竪穴住居跡をもっている。2,030の竪穴住居のある栄浦第二遺跡をはじめとして，常呂川下流域には100を越す竪穴住居跡がみられる遺跡が3地点もある。これらは1遺跡群としてとらえることができるものである。このほかの遺跡もいずれも数十の竪穴がみられるのがほとんどである。

これに対して，中流部では16の擦文時代の遺跡が確認されているが，そのうち竪穴住居跡が確認できているのは3地点であり，それらも2～4の竪穴住居跡が発見されているにすぎない。いずれもきわめて小規模な遺跡である。

数においても，遺跡の規模においても，下流部と中流部の差は大きい。擦文文化の主要な居住領域が下流部にあったことは確実である。これらの現象は若干の差はあるが，道東地域の各河川流域に共通してみられる現象である。この分布の状況は擦文文化をもっていた人々の生業と密接な関連があるものと考えられる。

擦文文化の住居は平面方形の竪穴住居である(写真1)。一辺10m をこえるものから3m 前後のものまで大きさにはかなりの差がみられる。深さは60～70cm ぐらいが通常である。これ

写真 1　擦文文化の住居址，ライトコロ川口遺跡1号（東京大学文学部考古学研究室・常呂研究室編 1980）

らの住居跡は樹林内にあり，後世の攪乱がない場合には，はっきりとその平面形を表面の観察でも確認することができる。

住居には，炉とカマドが通例みられる。炉は住居の中央にみられるのが普通であり，何ら特別な施設もなく，直径50cm ぐらいの円形の範囲に焼土がみられるだけで，石囲みのような施設はみられない。カマドは住居の壁に作りつけられている。カマドの燃焼部と土器をかける部分は住居の中に石を芯にして作られるが，煙の通り道となる煙道は壁の外に１～1.5m のび，戸外に出ている。燃焼部は径20～30cm あり，これを土の壁がおおっており，その上部に径20 cm ぐらいの穴があり，ここに土器をかけるようになっている。煙道は径10cm ぐらいの円形の穴になっている。

住居跡にはこれらのほかに掘立柱用の柱穴がある。柱穴は住居の大きさによって数が変る。一辺が４m 以下の小型の住居の場合には主な柱は全くなく，サスを壁上からたてることによって，柱を使わずに上屋構造にしたものと思われる。一辺が４～６m の中型の住居では，各隅から１m 内外中に入ったところに４柱穴があり，４本の柱をたて，この上に梁をわたし，これにサスをかけたものと考えられる。梁は方形になる。一辺が７m 以上の大型の住居になると，それぞれの柱の間にもう１本の，いわば中間柱とでもいえるような柱が入り，一辺はそれぞれ３本の柱があり，この上に梁がかけられたものと考えられる。つまり８本柱である。これにサスがかけられるのは中型の住居同様である。このように柱と梁とサスによる基本となる上屋構造がそれぞれの大きさによって作られ，この上にはヨシがふかれる。更にこのヨシの上に

土をかぶせた場合もあるようである。保温のためであろう。大きさにはかなりの差があるが，その構造は全く変らない。利用されている木材は附近のものを用いたものと考えられる。カシワ・ミズナラ・タモ類のような今日でも近くにみられる落葉広葉樹が主として使用されている。床には特に構造はなかったようであり，敷物がしかれていたのであろう。遺物は柱穴と柱穴を結ぶ線より内側ではほとんど出土しない。つまり住居の壁ぞいで主として出土する。一室構造でありながら，その空間利用にはある程度の規制もしくは習慣があったものと考えられる。

IV

中小規模の遺跡では，同時に1～3の住居があったことが確認されてきつつある。いいかえれば，中小規模の遺跡では，1～3の住居によって，集落がなりたっていたことになる。これまでに確認されているところでは2軒の住居からなる集落が一般的である。擦文文化の住居はしばしばたてかえがなされていたようであり，それには多くの規制というか法則が認められる。各遺跡において集落もしくは住居の変遷は地形などに大きく左右され，必ずしも一様ではないが，以下に述べる規制はかなり厳格に守られている。

1)　擦文文化の住居は前の時代・時期に竪穴があったことが明確な窪地をさけて，たてられる。

2)　同時に存在する住居は1～3軒である。この1～3軒の住居が1集落を構成する。

3)　同時に存在する住居相互の方向は近くの沢の方向もしくは台地縁の方向と平行する。

4)　同時に存在する住居の方向はカマドの方向も含め一致する。

5)　住居相互の距離は地形，前代の窪みの位置によっても違ってくるが，原則として住居の一辺と等しいか一辺の二倍ぐらいの距離である。

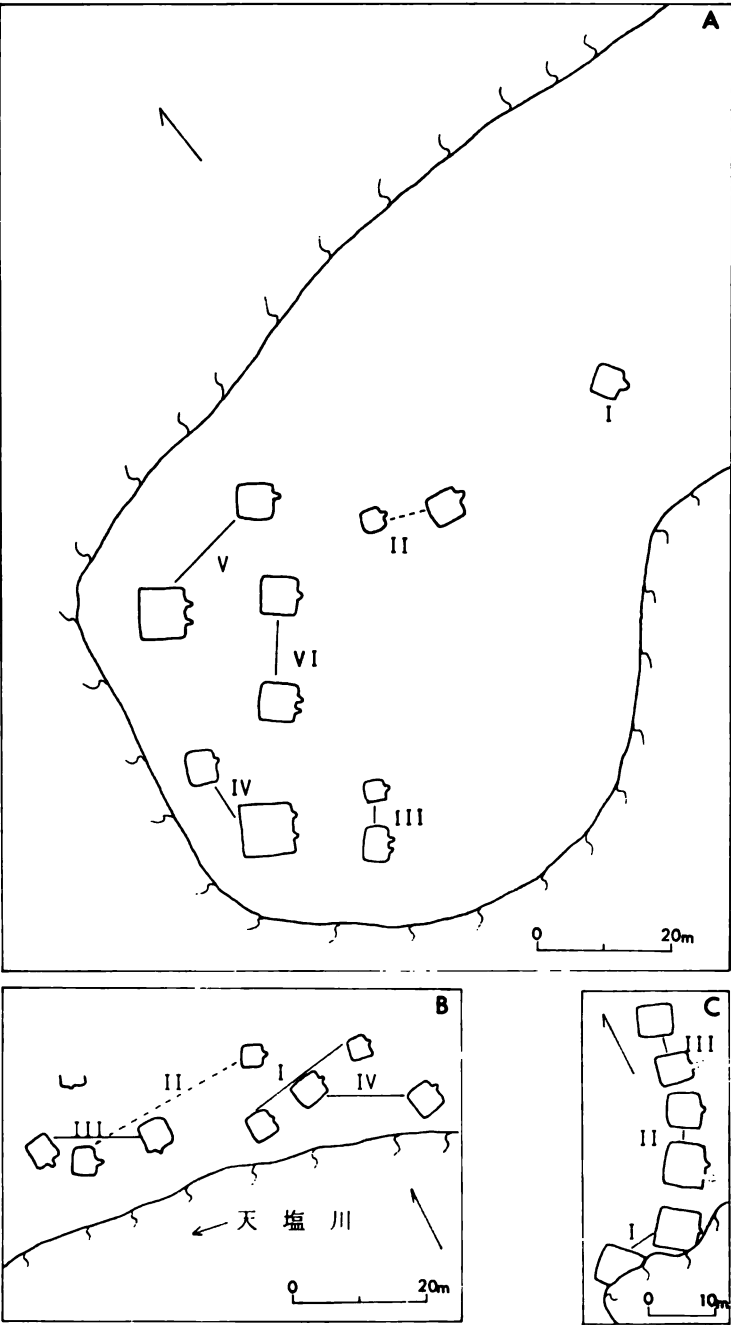
6)　もっとも好適と考えられる位置に住居はまず作られ，次第に劣悪な条件の地に移っていく。

7)　一遺跡内に居住適地がないと，新しい地点に移動する。そこで適地がなくなると再び前の地点に帰る。従ってそれぞれの地点にはかなり長期の不住期間が存在する。

このような条件というか規制があるため，次々に新しい地点に住居が作られることになり，ついには今日みられるように，非常に数多くの住居跡が遺される結果になったものと考えられる。条件の良い土地は不住の期間が短かく，条件のあまり良くない土地では不住の期間がかなり長くなるということになる。

いくつかの実例をみていくことする。

常呂川下流域にある岐阜第三遺跡（東京大学文学部考古学研究室・常呂研究室編　1977）は1971年から74年までに調査された遺跡で11の擦文文化の住居跡が確認されており，これがこの台地上にある擦文文化の住居跡の全数であることも判っている。ここはかつての常呂川の支流であったライトコロ川のサロマ湖へ流れこむ川口から約1km さかのぼったところにあり，川とは若干の距離もあり，また擦文文化以前の住居が数多く窪みとして残っていたものと考えられるので居住条件はあまり良くない土地であったものと考えられる。従って，全数で11という数の住居しか作られなかったものと思われる。

この全数で11の住居は6～7期に居住されたものと考えられる。住居をこのように時期別に分類できるのは，まず出土した住居に伴なう土器によって，それぞれの住居の年代を知り，そ

第２図 擦文文化の集落の変遷 A：岐阜第三遺跡〔東京大学文学部考古学研究室・常呂研究室編 1977〕，B：智東H遺跡〔氏江・鈴木 1979〕，C：STV 遺跡〔澤ほか 1972〕

の上で先の規制条件をあてはめて，同時併存した住居をグループ化する方法をとっている。

この遺跡では(第２図Ａ)，ライトコロ川に注ぐ小沢が台地を四分の三周する形でみられる。沢は台地の東北端近くに源流をもち，台地東縁ぞいに南流し，向きをかえ台地南縁ぞいに西流し，また向きをかえ，台地西縁ぞいに北流してライトコロ川に注いでいる。ここでは，まずⅠ期として，沢の源流に近い台地東北端近くの南斜面に１住居が作られ，その後しばらく無住の期間があり，ついでⅡ期として，やはり南斜面に１住居ずつ２期か，２住居が同時にたてられるかしている。その後またしばらく無住の期間があり，ついでⅢ，Ⅳ，Ⅴ期には台地の南縁，西縁，北縁とそれぞれ２住居ずつの３期の居住がみられる。ついで台地縁には居住適地がなくなったためか，台地中央にⅥ期の２住居が建てられるという形の集落の変遷がみられる。Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，Ⅵの時期は比較的近接しているが，この間にも無住の期間がかなりあったものと考えられる(藤本　1977)。

同様な集落の変遷は常呂川下流域の他の遺跡でも確認されている。岐阜第二遺跡（藤本　1972)，トコロチャシ南尾根遺跡（藤本　1976)，ライトコロ川口遺跡（藤本　1980）でも同様の分析方法によって，同時併存する住居をグループ化し，集落の変遷の分析を行なっている。

岐阜第二遺跡は1965・66年に東京大学考古学研究室が発掘調査した遺跡で（東京大学考古学研究室編　1972)，1976年に常呂町で発掘調査している（藤本・宇田川　1977)。ここは全掘がなされておらず，一部道路によって完全になくなってしまっているので，全数は明確ではないが50程度はあったものと考えられる。道路の東側は全掘され，ここには16の擦文文化の住居が９期に分かれ，それぞれ，１～３軒あったものと考えられる。その大部分は２軒が単位になっていたものであり，先述の規制のほとんどはこの遺跡の分析から得られたものである。岐阜第三遺跡に比べ，川も近く，また台地の面積も大きいため，居住条件はすぐれていたものと考えられる。そこでこれだけの住居が残されたものであろう。この遺跡でも，南斜面がまず利用され，次第に平坦面が利用されるようになる。不住の期間は全掘されていないのではっきりはしないが，岐阜第三遺跡に比べるとずっと短い。

トコロチャシ南尾根遺跡は国道バイパス工事のための事前調査として1975年に発掘調査した遺跡である。したがって，ごく部分的な調査にとどまっている。台地縁とその南斜面に擦文文化のものと考えらる竪穴住居跡がみられる。南斜面の下には湧水があり，これをとりまく形で５住居が調査され，更に未発掘の１住居を加え，２住居ずつ３時期の居住が確認されている。ほとんどが未発掘であるので，その全容は明らかではない。

ライトコロ川口遺跡はこれまでにみてきた岐阜第三・岐阜第二・トコロチャシ南尾根遺跡と違い，標高２ｍという最低位の平坦面に位置している。住居放棄後しばしば浸水したことは住居内の埋土の状況からみて明らかである。この遺跡はライトコロ川がサロマ湖に注ぐ川口の西に位置しており，台地上の遺跡とは異った環境内にある。発掘調査は1974年から77年に行なわれ，13の擦文文化の住居が発見されている(東京大学考古学研究室・常呂研究室編　1980)。若干離れた自然堤防的な地形のところにも住居址かと考えられる窪みはみられるが，湖畔のものとは連続していないように思われる。湖畔のものはこれで全例と考えられる。10時期の居住がほぼ確認できているが，１軒しか住居がない時期が数多く，また遺物の出土状況，住居の床の状態も短期間の居住を示しており，台地上の住居と性格を異にしているように思われる。同時併存しているのは３時期だけであり，ここには原則的な規制が台地上の集落とほぼ同様にみ

られる。規模は中・小規模であるが，性格は大規模な集落に近い集落とすることができよう。

このように常呂川の下流域では，中小規模の集落にあっては，先ほど述べた規制が全面的に適用できるようであり，また台地上の中小規模の集落と低位の平坦面の中小規模の集落とでは，その性格に大きな差があることが明らかになっている。

天塩川の中流域の名寄盆地内にある智東H遺跡は天塩川の工事の事前調査として発掘調査が行なわれた（氏江・鈴木 1979）。遺跡は天塩川のすぐそばの低位の平坦面上にあり，12の擦文文化の住居が調査されている。未掘部分にも若干の住居があるものと思われる。このうち，西側の8住居については，やはり同様の手法によって同時併存を確認することができている（第2図B）。Ⅰ期とⅡ期はほぼ東西に連なる2住居ずつの集落であり，Ⅲ期とⅣ期はそれが若干南北にふれたやはり2住居ずつの居住である。

このように天塩川流域においても2住居ずつの居住が確認され，先ほどの住居・集落に関する規制が原則的に適用できることが明らかになっている。天塩川流域はこのような低位の平坦面に遺跡のみられるのがほとんどであり，このことは石狩川流域とのある共通性がみられる。しかし大規模な集落は川口地帯の砂丘上にしかみられない。

釧路川流域にある釧路市 STV 遺跡は小規模な遺跡であり，釧路川に注ぐ小沢に面したほぼ南北にのびる幅の狭い台地上にある。この遺跡は釧路市立郷土博物館によって綿密な調査がなされている（澤ほか 1972）。この遺跡はより西に同様な地形の尾根があり，ここでも2住居址が調査されている。この遺跡の集落の変遷は綿密な発掘調査による層位関係を基礎にして宇田川 洋氏が分析をしている（宇田川 1972）。東よりの尾根では，南の尾根端から2ずつの住居が作られ，3期の居住がなされ（第2図C），西でも2住居が同時に存在したことが確められている。先ほど述べた規制をそのまま適用することができよう。

このように中小規模の遺跡においては，2住居を基礎とする集落が種々の規制をもって存在していることは確実である。また少なくとも道東地域においては，この規制は広く中小規模の集落に一般的に適用することが可能であろうと思われる。

では大規模な遺跡，100から2,000にもおよぶ住居址がみられる大規模な集落の場合には同時併存した住居はいくつぐらいなのであろうか。これは大規模な遺跡はまだごく少ししか発掘されていないため，答を出すことはできないし，またたとえ全掘された際にもきわめて答えることが困難な設問である。というのは大規模な遺跡の場合，土器の面からつめていったとしても，1時期とできる土器を出す住居の数はきわめて多くなろうし，また先の規制も広範囲になるとその適用が困難になるものと考えられる。ただ大規模な遺跡を測量調査した際に，いくつかの住居をグループ化できる地点はかなりみられたし，こうしてグループ化できた住居址については先にのべた規制がほぼ適用できそうだという見通しは得ている。こうして考えてみると大規模な遺跡の場合には，中小規模の遺跡で単位となっている1～3住居が単位となり，それが10前後集って構成しているのではないかと推測している。おそらく数十が同時に併存していたものであろう。

大規模な遺跡と中小規模の遺跡の差は種々の面でみられる。中小規模の遺跡では，水場のあることが必要条件であるのに対し，大規模な遺跡ではそうした配慮は全くみられない。大規模な遺跡は少なくともオホーツク海沿岸では砂丘上に位置している。ここは川とその周辺の湿地

以外はきわめて生産性の低い土地である。また同時併存する住居の数にも大きな差がありそうである。両者はただ単に量的な差だけでなく，質的な差をもっているということができよう。

V

これらの二つの集落が同じ性格をもっていたとは考え難い。種々の面で大きな差のあることは事実である。それは単に量的な差というにはあまりにも大きな差である。擦文文化の住居址からは生業を直接に示してくれるような自然遺物はほとんど出土していない。僅かに穀物が少量と花粉分析の結果からソバがあったことが判る程度である。また生産用具というようなものもほとんど出土していない。彼等の生業を遺跡出土の遺物から考えることは現状では不可能に近い。遺跡の立地とまわりの環境から考えていかざるを得ない。

先にものべたように少なくともオホーツク海沿岸地域では大集落と中小集落の間には周辺の環境に大きな差がみられる。大集落は砂丘上に立地し，砂丘内の生産性はきわめて低い。また砂丘に続くのは海岸の草地であり，後背地の生産性も低い。大集落の立地は地形的な変化にも乏しく，ほぼ単一の生態系の中にある。ここで多人数の人口を養うには，蛇行する川に食糧資源の大半を依存せざるを得ない立地である。これに対し中小集落の場合には，異った生態系の接点に立地し，各種の資源が利用できる状況にある。後背地も地形の変化にも富んでいるし，各種の資源が利用可能である。しかしながら，その資源の量は限られており，大量に資源を獲得することは不可能である。

両者の性格は相反するものが多い。ここで考えられるもっとも妥当な解釈は大集落はある季節に人々が集中して資源を獲得する場であり，中小集落はその他の季節に日常的に資源を得る場であるとする考え方であろう。

この地域で川に関係があって，しかも大量に食糧資源を獲得できるものは，溯上するサケ・マスを採捕することをおいて他にはない。しかもその季節はこの地域でもっとも保存食糧の必要な冬季の直前である。大集落はサケ・マスの採捕には好適な位置にある。秋から初冬にかけて人々はここに集り，協同してサケ・マスを採捕したものと考えるのがもっとも妥当であろう(藤本 1979a, b)。中小集落はその他の季節に日々の食糧を種々の組み合せで得るのに使用されたものと思われる。

このような考え方はまだ推論の域を出るものではない。今後の問題意識をもった調査・分析が必要であろう。

道東地域では，大集落の周辺に中小集落が散らばり，一河川流域には一つの大集落群と10～20ていどの中小集落があるのが常のように思われる。これらがそれぞれの河川流域で一社会をつくっていた可能性が強い。アイヌ社会と類似した形である。擦文文化の遺跡で発掘調査がなされているのはほとんど住居址であり，他の遺構はごく少数例しか発見されていない。特に社会構造の解明にもっとも役だつ墓の調査例はきわめて少ない。住居址のある集落と離れて墓域があったものなのか理由は判らないが，墓の発見が少ないことは社会構造の解明を遅らせている大きな原因の一つとなっている。

石狩川流域を中心にする道西地域では，別の生活がいとなまれていた可能性がある。ここには中流域にもいくつかの大集落が存在していたことが考えられるが，それらはほとんどが自然堤防上か，低位の平坦面にあり，また川面のすぐそばに立地している。これらの立地は狩猟の

写真 2　擦文土器，岐阜第二遺跡〔藤本・宇田川　1977〕

面では有利な立地とはいえないし，採集の面でもそう有利な立地とは考え難い。川を第一に，ついで川辺の平坦地の利用を考えた立地であるとすることができよう。

ここで想いおこされるのが，アイヌの農耕である。アイヌの農耕については林善茂氏の著作があり，その中で氏はそれがきわめて零細なものであり，主として川畔を利用したものであると説かれている(林　1969)。また，その主要作物はヒエ・アワ・キビ・ムギ・ソバ・マメ・カブがあげられている。川畔を利用した零細な農耕という点では，道西地域の擦文文化の立地は正にこうした点でうってつけの立地である。現に擦文文化の遺跡からは，ヒエ・アワ・モロコシ・ムギ・ソバ・マメが穀粒として確認されている(石附　1974：36～38，宇田川　1977：131～136)。また近年山田悟郎氏によって，ソバの花粉が多くの擦文時代の遺跡から確認されている(山田　1975，1978，1979など)。加藤晋平氏はこうした擦文文化の農耕が北方に由来した可能性が強いと考えられている(加藤　1980)。

その農耕がどこに由来するのかはおいておくとしても，擦文文化に農耕が存在したことはまず確実な事実であり，それがアイヌ農耕の先駆をなしていたことも確実であろう。石狩川流域をはじめとする道西部では，遺跡の立地から，その比重がより高かったように考えられる。もちろんこの地域にあっても，サケ・マスを中心にした漁撈活動がなお最重要の位置にあったことは確実であろう。渡島半島には大集落は現在のところ確認されていない。ここでは道東部と異なった形の生業とそれを基礎にした社会があった可能性もある。石狩川流域はその中間的な位置にあったものと考えられる。天塩川流域の中小集落はほとんど例外なく，低位の平坦面に居を構えているようである。常呂川流域においても，中流部の遺跡では，こうした立地にあるものが多数を占めている。しかしながら道東地域にあっては，大多数の住居は川口部の砂丘もしくは台地上にあり，石狩川流域とは様相を異にしている。

このような道西部と道東部の差は質的なものではなく，量的なものであったものと思われる。石狩川流域では，道東部の狩猟・採集の部分を農耕がある程度補っていたと考えるのがより妥当であろうと思われる。要は比重のかけかたの違いということになろう。

こうした生業の面の追求には，擦文文化の遺跡はごく僅かしか答えてくれない。自然遺物が少ないことだけでなく，出土する遺物は土器と紡錘車，それとごく僅かな鉄器だけである。鉄器は道央部を中心にかなりの器種のものがみられるが，擦文文化全体をみた場合には，それはきわめて限られた地域と時期にのみみられるものであり，その他の多くの地域にみられるのは

小型の小刀の類である。こうしたもののほかはきわめて数の少ない特殊なものである。このような道具はすべて生産に直接関与するものではない。漁撈・採集・(原初的)農耕をしていれば，その道具は有機質のもので事が足りる訳である。多くの道具は有機質のもので作られていた可能性が強い。

擦文土器は当時の本州の土器である土師器の影響を受け，末期の続縄文土器の変化したものと考えるのが妥当であろう。木片による整形と幾何学文様の施文が顕著な土器である（写真2）。時期により，地域により差異がみられる。

紡錘車があることは紡績が行なわれていたことを示しているのであり，また織布の出土例もみられる。織布の出土例は何かを云うにはあまりにも数が少ない。

以上のように擦文文化にはまだまだ不明な点が多い。今後の遺構・遺物の詳細な分析，地域地域を基礎にした多くの視点をもった調査がその総合的な解明には必要である。

VI

アイヌ文化はその物質文化の多くの要素を擦文文化から受けついでいる。しかし，また多くの要素を他の文化から受け入れている。特に道東地域では，オホーツク文化から入ってきたと考えられる要素が数多くある。渡辺 仁氏によって，アイヌ文化の中核とされている“熊祭り”も渡辺 仁氏の指摘にもあるようにオホーツク文化に根をもつ可能性がきわめて強い（渡辺1974)。

オホーツク文化は擦文文化とほぼ同じ頃に南樺太，北海道，千島の沿岸地域にみられる文化であり，その源流は樺太にあると考えられる文化である。海を主な生活の舞台としており，平均$80m^2$もある大きな竪穴住居に住んでいる。住居の奥には熊の頭骨を含む動物の骨の堆積があり，また熊の骨偶がしばしば屋内から発見される。こうしたことは“熊祭り”ときわめて密接な関係があるものと考えられている。

擦文文化とオホーツク文化の終ったあとの状況はよく判ってはいない。具体的な事実をもとにしてアイヌ文化への移行の過程を総合的に掴むことはまだ困難である。近年の調査によってこの空白を埋める遺跡が発見されているが，その多くは“物送り場”などであり，生活の場である住居の調査例はきわめて少ない。

文献にアイヌ文化が登場するのは16世紀からであり，道東ではより遅れる。このような時期は現在の北海道でもっとも判っていない時期の一つでもある。近年ようやく盛んになりつつあるアイヌの砦と俗称されている“チャシ”の研究も緒についたところである。

アイヌ文化の基本的な生業は擦文文化を受けついだものであろうと思われるが，遺跡の分布をみるとアイヌ文化の遺跡が内陸部にも数多くみられるという特色がある。アイヌ文化の生業は擦文文化と比べるとより多様であった可能性が強い。

これらとともに本州からの経済的進出，その後に続く政治的・軍事的進出がアイヌ文化を大きく変容させたこともこの時期の問題を考える際に，重要な視点になることも忘れてはならないことであろう。

擦文文化は二つの側面をもっている。一つは北日本の縄文時代後・晩期の文化の子孫であり，一つはアイヌ文化の祖先であるということである。このように考えるとアイヌ文化は擦文文化を仲だちにして縄文時代の後・晩期の文化の子孫ということになる。

多くの問題が未解決で残っているというより解決されたものはまだ数少ない。今後の多方面からの調査・研究が必要である。

参考文献

天野哲也(1977)：擦文文化成立における古墳の意義．考古学研究，93，54-72.

石附喜三男(1974)：擦文式文化における農耕作物．古代学研究，74，36-38.

氏江敏文・鈴木邦輝(1979)：『名寄市智東天塩川掘削工事に伴う埋蔵文化財発掘調査』．名寄市教育委員会.

宇田川 洋(1972)：擦文集落の一分析例．物質文化，19：42-52.

——(1977)：『北海道の考古学２』．北海道出版企画センター.

岡田宏明(1980)：結語『アヨロ』．222-225.

加藤晋平(1980)：擦文期の栽培植物について．北方科学調査報告Ｉ：123-137.

吉良竜夫(1971)：『生態学からみた自然』．河出書房新社.

——・四手井綱英・沼田 真・依田恭二(1980)：日本の植生．阪口編．1980，36-48.

阪口 豊編(1980)：『日本の自然』．岩波書店.

澤 四郎・宇田川 洋・西 幸隆・山本文男・松田 猛・山崎 哲・大沼忠春・豊原熙司(1972)：釧路市緑ケ岡 STV 遺跡発掘調査報告．釧路市立郷土博物館紀要，1，1-38.

髙畑宜一(1894)：石狩川沿岸穴居人種遺跡．東京人類学会雑誌，10，2-17.

東京大学考古学研究室編(1972)：『常呂』．東京大学文学部.

東京大学考古学研究室・常呂研究室編(1977)：『岐阜第三遺跡』．東京大学文学部.

——・——(1980)：『ライトコロ川口遺跡』．東京大学文学部.

林 善茂(1969)：『アイヌの農耕文化』．慶友社.

藤本 強(1972)：岐阜第二遺跡調査の経過と問題点の摘出．東京大学考古学研究室編：51-61.

——(1976)：遺物・遺構に関するいくつかの問題について．藤本 強編．『トコロチャシ南尾根遺跡』：121-134.

——(1977)：本遺跡発見の住居址に関する若干の考案．東京大学考古学研究室・常呂研究室編：127-133.

——(1979a)：道東・常呂川流域の擦文文化．どるめん，22，36-52.

——(1979b)：『北辺の遺跡』．教育社.

——(1980)：ライトコロ川口遺跡における集落の変遷．東京大学考古学研究室・常呂研究室編：111-118.

——・宇田川 洋(1977)：『岐阜第二遺跡』．常呂町.

宮脇 昭ほか編(1978)：『日本植生便覧』．至文堂.

山田悟郎(1975)：天塩川口遺跡の花粉分析．『天塩川口遺跡』：50-53.

——(1978)：住居址内から検出された花粉について．『祝梅三角山Ｄ遺跡における考古学的調査』：77-80.

——(1979)：遺跡の花粉分析．氏江・鈴木，1979，130-136.

山内清男(1933)：日本遠古の文化七．ドルメン，2-2，49-53.

横山浩一(1978)：刷毛目調整工具に関する基礎的実験．九州文化史研究所紀要，23，1-24.

渡辺 仁(1974)：アイヌ文化の源流．考古学雑誌，60，72-82.

地学雑誌 90, 2 (1981)

ノルデンショルド日本図書コレクションの展示について

Exhibition of Some Old Japanese Books of the Nordenskiöld Collection

饗場徳衛
Tokue AIBA

シンポジウムと並行して展示されたおもな品は，次のとおりであった。

I 記念品など

1. ノルデンショルドの航海日誌。1879年後半すなわち日本寄港前後の部分。〔スウェーデン王立科学アカデミー所蔵〕
2. 同年9月15日，東京地学協会の歓迎宴における彼の挨拶原稿。〔同〕
3. 席上，協会から贈られた扇。〔同〕
4. 協会から後日贈られた銀メダル。〔歴史博物館（ストックホルム）所蔵〕

II 図書

1. ノルデンショルド「ヴェガ号のアジアおよびヨーロッパ周航」各国語版数種。
2. スウェーデン地理学会刊行物数種。
3. ノルデンショルド編「古地図集」(1897年刊)。〔東京大学理学部地理学教室所蔵〕
4. ノルデンショルドが持ち帰った日本図書のうち7点。〔王立図書館(ストックホルム)所蔵〕

なお，この最後の展示品目については，次にもう少しくわしく述べてみたい。

ノルデンショルド日本図書コレクションの収集目的と成立過程については，彼自身がその著「ヴェガ号のアジアおよびヨーロッパ周航」第2巻 p. 365以下に書いている。それによると，かねて日本文化の水準の高さに敬意を抱いていた彼は，のちのちの日本学者のために，できるだけ多くの図書を買ってゆくことを考えた。そこで，当時の横浜医薬界の中心的人物のオランダ人A・J・C・ヘールツに依頼されて面倒を見に来ていた大口正之（おおくちまさゆき）という青年に，東京横浜などの書店を走りまわらせ，片ッ端から買いこませた。この結果，50日弱の短期間に約1050点，7千部近い図書や新聞雑誌が集まり，これらはすべて，帰国後ただちに王立図書館に寄贈された。

コレクション所収書の検索番号は，2種類ある。一つは当時のフランスの東洋学者レオン・ド・ロニーが，自作のカタログ[1]の中でつけたもので，これは，大口正之らが作った原簿を利用している。原簿は，購入時に記入しているので，図書分類学の見地からいうと大混乱している。そのかわり，購入順序などの事情がよく分って楽しい。これを仮に LR 番号と呼んでおこう。第二は，最近スウェーデン系アメリカ人のJ・S・エドグレーンが編集した新カタログ[2]で，十進法分類に基づいてつけなおしたもの (SE) である。今後は，SE を使用すべきだ

ろう。

Ⅲ 今回の展示書目——

（A）「泰西本草名疏」2巻。付録2巻。1829（文政12）刊。帙入り美本。

これはツュンベリー「Flora Japonica」の，伊藤圭介（錦窠）による訳編で，原本はジーボルトが第一回来日中に伊藤に与えたものである。巻頭のツュンベリーの肖像は，銅版で模刻した絵を木版の枠の中へはめこんだもの。その他，色刷ページが2葉ある。〔SE 795 LR 260〕

（B）「南海紀聞」青木興勝遺著。5巻。1773（安永2）刊。美本。木活字。

孫太郎という人物の漂流談で，ジャワ，ボルネオ，マレー半島などの地理風俗上の見聞を聞き書きしたもの。「10部限り印刷。同志に頒つ」と表題の横に印刷してあるけれども，実はもっと刷られたらしい。幕府の取締りに対するカムフラージュだろうか。著者名を私は「定遠」とメモして来たのだが，どちらなのか記憶がない。〔SE 572 LR 803〕

（C）「鎖国論」2巻。1801（享和元）。写本。筆写者不明。

ケンペル「日本志」からの志筑忠雄による抄訳。忠雄の自筆か，誰か大物の筆跡だと面白いのだが，鑑定の時間がなかった。〔SE 513 LR 852〕

（D）「阿片停止録」1巻。写本。

1838（天保9）年から1851（嘉永4）年に至る，長崎のアヘン禁輸に関する記録。筆録者は不明。文中に「甲比丹ひいてるあるへるとびへき」の名が見える。〔SE 515 LR 581〕

（E）「東都戯場一覧」1巻。貼込み。

1808（文化5）年から1838（天保9）年に至る，江戸各座の番付，役者絵などの貼込み。作成者は不明。〔SE 383 LR 964〕

（F）「舞台鏡」三巻。貼込み。

1847（弘化4）年1月～翌（弘化5）年1月，1852（嘉永5）年1月～翌（嘉永6）年10月，1854（嘉永7のち安政元）年1月～翌（安政2）年10月の3冊に分け，大阪および京都の各座の番付，役者絵などの貼込み。興味をひくのは1852（嘉永5）年4月21日の大阪道頓堀火事の瓦版で，焼けた部分が地図に赤く刷りこまれている上，別紙に類焼で家を失った俳優たちの名が筆で記入されたものが添えてある。〔SE 385 LR 967〕

（G）「御伽婢子」13巻。1826（文政9）補刻刊。版木。

浅井了意著の有名な怪談集。初版が刊行されたのは1666（寛文6）年だが，ノルデンショルドのコレクションに収められているのはもちろんずっと後に刷りなおされたもので，しかも，端本を集めてひとそろいにした形跡もあるのである。

このセットで興味をそそるのは，ある巻には所有者，書店，貸本屋の蔵書印が合計8つも捺されていることで，特に「文耕堂」の印の上には，おそらく次の買い主の「釜亦」の印が重ねて捺してある。こうしたことは，当時の図書の流通機構というか，むしろ流転のさまを見せる思いがする。

また，印に並んで「嘉永市川小団次」「尾上梅幸」など，数名の俳優の署名があることは，彼らもきっとこの本をまわし読みした仲間なのを示しているように思われる。江戸時代を通じて，いかに「御伽婢子」が広く読まれたか，これはそのよい例証だろう。〔SE 195 LR 828〕

さて，以上のリストを見ると，ここにはあまり著名な書物が含まれていない点に，奇異の感

を抱かれるに違いない。実は，この書目選定には私も少々お手伝いさせていただいたのだが，このような結果となったのには，次のような理由がある。

前述のとおり，このコレクションの収集にはあまり時間の余裕がなかったので，善本や稀書をそろえることは問題外であった。事実は，多少はないわけではない。だが，それは偶然の混入であろう。そうした貴重書は，たいていすでにどこかの博物館に陳列されてしまっている。それに，今回は予算がややとぼしくて，展示品はすべてスウェーデン側の参加者のトランクに入れて来てもらったしだいだ。これではちょっとおそろしくて！

しかし，一方では，このコレクションの特色は，当時の書店の棚に並んでいた雑書が多いことではなかろうか。そうだとすれば，写本などには，もしかすると何か未知の資料がひそんでいる可能性もある。これが選定の基準であった。結果として，あまり見栄えのしない展示になった点は，深く責任を感じている。けれども，もしも幸いにして，世界各地に眠る新資料を将来掘りおこす際のヒントにでもなれば，これはこれで有意義だったのではなかろうかと自賛するしだいである。

1) Léon de Rosny: Catalogue de la bibliothèque japonaise de Nordenskiöld, Paris, 1883.
2) J. S. Edgren: Catalogue of the Nordenskiöld Collection of Japanese books in the Royal Library, Stockholm, 1980.

地学雑誌 90, 2 (1981)

An Introduction to the Lappish Culture and Life in Sweden

Eric BYLUND*

The culture of the Lapps is in a very high degree distinguished by the traditional nomadic life and of the reindeer breeding modelled during the last 3-4 centuries. Particularly the long distance migrations from the coast to the high mountains and vice versa has determined very much of the cultural features of the Lapps. The mountain nomadism gradually developed in the early 16th century and was completed in the 18th century. We can see what a strong economic base the mountain grazing during that time formed for the Lapps' culture from the fact that at this period they could get surplus capital so that they afford developing their art and could invest e.g. in silver objects, in ornaments, in precious things of different kinds etc. The forms of the culture of the Lapps, their implements, their customs etc. are first of all determined by the reindeer-breeding and herding and the seasonal variations of the climate, the reindeer migration and the ecological variations in the nature. That is why I think it could be worthwhile to give a very short recapitulation of the working year of the Lapps.

Reindeer herding is not equally intensive all year round. Periods of hard work alternate with those when the herdsman can take his ease and occupy himself with something else, such as hunting and fishing. In some areas it is customary for herdsmen today to take temporary employment as workers on roads, as lumbermen, miners etc.

The hardest working period for the herdsman is the late autumn and early winter, after the snow has fallen. During the late summer and early autumn the reindeer are not watched-they are allowed to roam at large. Before the removal to winter pastures in the conifer forests the herds are rounded up and divided into smaller groups at the big autumn sortings of the animals. The sortings take place in large circular pens, divided into special sections to which the various teams pull their animals with the help of their lassoes. The different owners' reindeer are distinguished by marks which have been cut in the ears. Each cut has its name. The marks are registered at courts of law. An important part of the herdsman's skill is to recognize as many marks as possible and be able to distinguish them at a distance.

The lichen pastures in the forests are divided up among several areas, which are not always very large, and the herds must be moved several times during the winter.

* Department of Geography, Umeå University

If the herd is too big, it cannot be rounded up easily when it has to be moved.

The removal from the mountains to the conifer forests takes place at the end of November and during December. During the winter the family lives in one of the villages in the forest region. But as a matter of fact nowadays it is a rule that the family remains in the winter settlement all year round. Only the herdsmen are moving. And they live often long periods in the old autumn and spring village, which lies in the birch-forest belt near the tree limit.

If the snow is soft, so that the reindeer can dig down to the lichen, the herdsman has little to do. The animals keep within the same small area for quite a long time. But if the snow is too thick, the animals cannot get at the reindeer lichen and so they will starve, if they cannot find food elsewhere. And so they move around very much, seeking for thinner snow and better lichen. The worst condition is when there is ice on the ground and on the lichen. It happens fairly often that new-fallen snow in the autumn partially thaws and what is left freezes into a crust of ice. Of that reason many a Lapp has lost his herd and that is why you can find a Lapp often having a fatalistic view upon life.

Usually the removal (migration) from the winter pasture to the spring pasture is made without a break. For a week or more than reindeer herd and the herdsmen are on the move almost round the clock. Travelling is best at night, when the snow, which has thawed during the day, freezes to a hard crust.

Most of the reindeer fawns are born about May 20, and by the beginning of June the calving is over. And by midsummer, at the end of June, the fawns are strong enough to be moved. And just then comes the mosquito, "the Lapp's best servant", driving the reindeer herds from the forest higher up above the tree limit upon the bare high mountains, where the deer are tended by the herdsmen.

Before the rutting season sets in at the beginning of October the herdsmen round up the herds and drive them into pens for the first big slaughtering. Mainly bucks are slaughtered now. But the very first slaughter of the year has already taken place; in the middle of August a number of fully-coated fawns are picked out in order to get hides for winter clothing. Nowadays the Lapps no longer live in tents in the winter and they do not need as many clothes of reindeer fur as before.

During the so called rutten season the reindeer are allowed to run wild. In October the first snow falls. So the big autumn round-ups begin again, and the autumn sorting.

This, in a very broad outline, is the Nomad's working year..

Thus the Lapp's work is very hard linked to nature, to his environment, as his work in very high degree is an outdoor work. As has been said before many cultural features of the Lapps can be explained by this fact. So the Lappish language is distinguished by a richness of words describing the natural environment. There are a dozen of words for a mountain. The word can say much about the shape of the mountain, the steepness of the mountain, its hight etc. On the other hand, one word can have a dozen different meanings, depending upon the special connection with other words and situations. The word *jåttit,* e.g. has eight different meanings, describing as a rule journeys or movements.

Very abundant is the terminology in connection with snow. And this must be understood from the ecological aspect. Terms and words concerning snow can indicate: the amount of snow, its consistency, bearing quality, kind of surface, thawing etc.–everything can be described and declared only with one single word.

The Lapps have with some exceptions up to the last ten years no written literature to speak of. But oral storytelling is also literature. And it is very rich. A unique kind of literature is that which is part of the Lapp's singing or "yoiking". In this there is no clear distinction between song and words, they form more or less distinct components in a kind of poem-song or song-poem. The yoiks are describing the nomadic life in its many aspects, feelings and moods.

Artistically the Lapps have expressed themselves chiefly in the exquisitely designed and decorated utensils for everyday use. Among the old implements which have long since vanished is the magic drum; the pictorial language on the drumskin and the adornment of the frame testify artistic talent. This pictorial language with its figures and drawings distinguished by the old shamanistic religion still is to be found in modern lappish design, decorated tools and clothings.

Utensils that have been used up to the present day very often have a delicate design, finish and adornment. The material has always been taken from the natural surroundings; from the forest birch wood, curly-grained nodes, tubers of alder and birch, roots of willow, spruce and birch, and birch bark, and from the reindeer the de-hared hide, treated in various ways, horn and less often bone.

Together with utensils made of material taken from the Lapp's immediate surroundings, articles of silver are very famous. These however, were intended for use on festive occasions and as investment of surplus capital. The silver articles were not, and still are not, made by the Lapps themselves but were ordered from silver-smiths in Sweden and Finland–to a less extent–but first of all from silver-smiths in Norway, especially from Bergen.

Articles of reindeer horn made by the Lapps, and decorated by the Lapps, have very often served as models for the silversmiths.

Lappish handicraft nowadays has become a kind of souvenior industry, and in some cases has developed into art handicraft. The status it now has is largely the result of deliberate efforts made not only by the Lapps themselves but by outsiders as well; that means by trade organizations or by single owners of art and handicraft shops.

Very famous is the Lappish embroideries with tin thread, for example beautiful collars. (Phebe Fjellström)

The old household utensils have almost completely vanished from Lapp homes and nowadays they have been replaced with bought articles. Old traditions are more and more sparsely found today. But new organizations of young Lapps try to renew traditions and strengthen the relations between all Lappish groups. And with some success.

As outsider youn can see a little of the traditions flourish in a certain degree at the winter fairs, e.g. in the rural district of Jokkmokk in the central place there and in Arvidsjaur's so called churchtown or Lapp town; a couple of occasions every year you can see Lapps from surrounding regions coming together for church visits and purchases at the central place. Then you can experience a very colourful crowd of people, the Lapps in their best, bright beautiful costumes and many tourists often from abroad, coming from far away.

A "churchtown" is a settlement close to the parish church, which consists of small huts for over night visits and some barns as well for storing equipments of different kinds. Such church towns have arisen due to ecclesiastical laws during former centuries after the middle of the 16th century which order the people to a certain number of compulsory visits at church every year. And due to the long distances to church it was necessary to build huts for dwelling during the weekends close to the church. Formerly there were many church towns in Sweden but nowadays only a dozen is left; amongst them the Lapp town in the rural district of Arvidsjaur. Most of the others are situated in the coastal region of northern Sweden.

I have in my lecture talked about the features of the lappish culture without saying anything about the origin of these features. The problem is how much of it, which could have been created by the Lapps themselves on the spot, in their actual environment. Of course much is a result of the ecological factors within the environment and within the northern scandinavian region, where the Lapps are living today. And an effect of their economic life as well; that means first of all, as has been said

before, the reindeer breeding and herding. But for as long as we can trace its history, the culture of the Lapps has been exposed to the effect of outside influences. The present geographical distribution of the Lapps in northern Scandinavia is of relatively late date in their history. Archaeological, linguistic and ethnological data suggest that their earlier, and perhaps original range lay far more to the East. The mobility which has always been a characteristic feature of this group has led them to constantly new cultural contacts, which in its turn has resulted in the adoption of material and spiritual loan elements, during the last centuries loans from the Swedes, Norwegians and Finns.

There have been some attempts to distinguish between a western Lapp culture and an eastern Lapp culture. But it seems to be very difficult to be dogmatic at this point as Prof. Phebe Fjellström has stated. It is true that the Lapps at a late date in their history–during the Viking Age 800–1000 after Christ and the early Middle Age–have come into closer contact with settled inhabitants of the North (in the so called North Calotte region), which led to the adoption of numerous Nordic elements. These include for instance silver and tin dress ornaments, dairy producing from reindeer milk, certain household utensils, e.g. cheese baskets, connected with the dairy industry, the geometrical ornamentation typical of the Viking Age etc. These cultural loans should not be allowed to obscure our view of the deeper-lying connections with the East. There is no doubt that it is important to look upon the Lapp culture in context with the whole of the northern subarctic Eurasian cultural area, from the Atlantic coast to the coast of the Pacific Ocean.

This paper is mainly based upon and includes quotations from books and writings by Israel Ruong, himself a Lapp and professor of the Lappish language at Uppsala University, now retired, and the best Swedish expert on Lappish economic and cultural life. In addition professor Phebe Fjellström's (head of the department of ethnology at Umeå University) deep knowledge in Lappish culture is used.

Israel Ruong, *The Lapps in Sweden*. Stockholm 1967.
—— ——, Different Factors of Reindeer-breeding. *Inter-Nord* No. 10. Paris 1968.
—— ——, *Samerna*. Aldus. Stockholm 1969.
Phebe Fjellström, *Lapskt Silver*. Dissertation. Uppsala 1962.
Einar Wallquist-Kurt Kihlberg, *Lapparnas Handaslöjd*. Luleå 1979.

スウェーデンにおけるラップ人の文化と生活

エリック・ビルンド*

ラップ人の文化は，伝統的な遊牧と16世紀以降に始まったトナカイ飼育とによって特徴づけられる。海岸と高山の間の長距離を移動するトナカイ飼育は18世紀にはラップ人の強い経済的基盤をなし，装飾や銀製品などに芸術的作品を産み出すにいたっている。

トナカイ飼育には季節性があり，中には季節的に道路工事・林業・鉱業に従事するラップ人もいる。夏から初冬にかけて，トナカイは山地で放牧されるが，冬には針葉樹林に移動する。移動の前にトナカイを駆り集め，耳に目印をつけて小群に分つ時期が最も忙しい。最近では家畜の管理を牧夫に任せて，冬の集落に留まる家族が多くなった。

雪が軟らかいときは，トナカイが地表の苔類を掘り出すのに支障がないから，牧夫の仕事も楽であるが，雪が多いときには雪の少ない土地を求めて移動しなければならない。雪が凍結すると餓死するトナカイが少なくない。ラップ人が屢々運命論的人生観をもつ所以である。

ラップ人は，このように戸外活動が多いところから，自然を表現する語彙が豊富である。たとえば，山に関する語や，雪に関する語がすこぶる多い。

ラップ人はつい最近まで文字で書かれた文学を持っていなかったが，口伝を文学に含めるとユニークな特色をもっているということができる。yoiks はラップ人の生活のあらゆる面を感情を込めて歌い上げたものである。

日用品と銀製品のデザインや装飾に，ラップ人の芸術的才能がうかがわれる。日用品は身近にある材料を用いて作られるが，巧みさに目を見張らせるものがある。トナカイの角製品やししゅうにも優れたものがある。

16世紀に制定された教会法によって，ラップ人は毎年何回かは教会へ行くことが義務づけられた。遠隔地から行くラップ人のために，教会の近くには宿泊所もでき，スウェーデン内に多数の教会町ができたが，現在は10余りにすぎない。今でもラップ人は色とりどりの晴着を着て教会を訪れ，この町で買物をする。

ラップ文化はどこから来たのか。確かにこの地方の環境や，彼らの生活様式が文化を特徴ずけているとはいえ，スカンジナビア北部に分布するようになったのは比較的新しい。移動生活の間に，ノルディックその他との接触も考えられるし，遙か東方の文化との関連の可能性も否定できない。　　　　　（中村和郎）

* ウメオ大学地理学教室

Japanese-Swedish Joint Symposium for the Centennial Celebration of Nordenskiöld's Expedition in the Arctic

Organized by; Tokyo Geographical Society
The Association of Japanese Geographers
The Swedish Society for Anthropology and Geography

Co-operated by; The Royal Swedish Embassy
Japan Academy
The Japan Sweden Association
The Japan Sweden Foundation
The Japanese Institute for Social Studies on Sweden

Supported by; Ministry of Education, Japan
Japan Society for the Promotion of Science
Asahi Shinbun Publishing Company

Executive Committee

Taiji Yazawa (Chairman), President of the Association of Japanese Geographers
Gunnar Hoppe, President of the Royal Swedish Academy of Sciences
Valter Schytt, President of the Swedish Society for Anthropology and Geography
Per Fritzson, Press Attaché of the Royal Swedish Embassy
Tomitaro Hirata, Director of the Japanese Institute for Social Studies on Sweden
Teruo Nishimura, Managing Director of the Japan Sweden Foundation
Reijiro Hattori, Vice President of the Japan Sweden Association
Shinzo Kiuchi, Emeritus Professor of the University of Tokyo
Masahiko Ohya, Professor of Waseda University
Tadaharu Fujiki, Associate Professor of Hokkaido University
Ikuo Maejima, Professor of Tokyo Metropolitan University
Yoshio Yoshida, Professor of the National Institute of Polar Research
Hiroshi Kadomura, Professor of Hokkaido University
Osamu Nishikawa**, Professor of the University of Tokyo
Kazuo Nakamura*, Associate Professor of Tokyo Metropolitan University
Fumiaki Miyashita*, Professor of Waseda University
Eiji Tokunaga*, Academic Staff of Tokyo Metropolitan University
Takehiko Mikami*, Academic Staff of the University of Tokyo
Shuji Iwata*, Academic Staff of Tokyo Metropolitan University

** Chief Secretary
* Secretaries

Public Symposium (Tokyo Geographical Society)

November 19 (Monday)

Opening Session

Opening addresses

Prof. Seitaro Tsuboi, President, Tokyo Geographical Society

H.E. Mr. Bengt Odevall, Ambassador, Royal Swedish Embassy

Prof. Kiyoo Wadati, President, Japan Academy

Commemoration Lectures

Prof. Taiji Yazawa: "A. E. Nordenskiöld and Tokyo Geographical Society"

Prof. Valter Schytt: "A. E. Nordenskiöld as an Arctic explorer"

Reception (Bancho Kyosaikaikan)

Session 1 Glacial Geomorphology and Periglacial Environment

Prof. Gunnar Hoppe: "The extent of the inland ice-sheets over North-western Europe and European Arcitc during the last glacial period"

Prof. Seiiti Kinosita (Hokkaido Univ.): "Some typical landforms of perma-frost at Yakutia (Siberia), Barrow (Alaska) and Mackenzie Delta (Canada)"

Prof. Gunnar Hoppe: "Remote sensing in high-latitude areas, with examples from Sweden"

November 20 (Tuesday)

Session 2 Scientific expeditions in the Arctic and the Antarctic

Prof. Valter Schytt: "Ymer-80—The Swedish Arctic expedition 1980"

Prof. Yoshio Yoshida (Nat. Inst. Polar Research): "Some aspects of the Japanese Antarctic Research Expedition—progress of earth science programmes—"

Tokue Aiba (NHK): "Exhibition of some old Japanese books of the Nordenskiöld collection"

Session 3 Peoples in the Arctic and Sub-arctic

Prof. Erik Bylund (Umeå Univ.): "Some aspects on the Lappish population of Northern Finland, Norway and Sweden"

Prof. Tsuyoshi Fujimoto (Univ. of Tokyo): "The Satsumon culture—Pre-Ainu culture of Hokkaido—"

Closing Session

Closing addresses

Prof. Gunnar Hoppe, President, Royal Swedish Academy of Sciences

Prof. Shinzo Kiuchi, Vice-President, Tokyo Geographical Society

specially cast medal as a token of high esteem for his glorious merits. We are indeed glad to know that all the courtesies of the Japanese side were accepted and appreciated by the Swedish side, and that the medal has been treasured in Sweden through the whole century long and will continue to be so forever.

We regard the medal as a symbol of the bond of friendship and goodwill which ties our two nations. How deeply gratifying it is to us that the medal, together with some other memorial materials relating to Nordenskiöld should have been brought to Japan on this occasion to be exhibited, giving us an opportunity to see it, which we have long wished for.

Now, from this day on are to proceed a series of functions planned for this occasion of celebration. They include lectures, discussions, cinema, parties, an exhibition, an excursion to Hokkaido, etc. All these are to be carried on by joint efforts of Swedish and Japanese representative specialists in geography and allied fields, favoured by support from many sides. Believing that much fruit will be borne from indoor discussions and outdoor observations, I earnestly hope the success of the present Symposium in every respect. Furthermore, I wish and expect that this may also do much in promoting the friendly relations of Sweden and Japan to be evermore intimate. Thank you.

H.E. Mr. Bengt Odevall, Ambassador, Royal Swedish Embassy

Adolf Erik Nordenskiöld, who lived from 1832 until 1901, was a remarkable man in a remarkable family. His ancestors–as was the custom of the times–had been fighting in bitter wars for their country. He fought as an explorer. As a collector and mineral analyst he was also a very gifted scientist. His stamina in spite of all obstacles, like his lifelong battle against all forms of doctrinaire narrow-mindedness, brought magnificent victories. It has been said that Nordenskiöld's mineralogical work alone would assure him an internationally famous name. However, his polar researches were so much more important that it was only in free time between polar explorations that he could give himself over completely to mineralogy.

Nordenskiöld made ten polar voyages. Swedish polar investigations had begun as early as 1837, when the zoologist Sven Lovén travelled to Spitzbergen. Nordenskiöld's first expedition was in 1858. In 1878–80, after nine earlier voyages, followed the final giant leap, the Vega expedition. For centuries sailors, merchants and statesmen had speculated on the possibility of finding a route along the coast of Siberia to the Far East and its enticing treasures. In 1879, as we know, Nordenskiöld visited Japan. He brought with him to Sweden a great collection of Japanese books and manuscripts, some of which can be seen here today.

One hundred years ago Nordenskiöld was warmly received by the Tokyo Geographical Society. Today we can observe that the same society is active and important. It is a true pleasure for me, as Ambassador of Sweden in Japan, to note that scientific cooperation between our two nations has an impressive history, that it is

in good shape at the present moment, and that it will surely develop further.

Prof. Kiyoo Wadati, President, Japan Academy

Excellencies, Ladies and Gentlemen!

It is a great honour and privilege for me to express my sincerest sense of congratulations on behalf of the Japan Academy, on the occasion of Swedish-Japanese Joint Symposium and related events in celebration of the centennial anniversary of A. E. Nordenskiöld's expedition in the Arctic, which are being held to-day here in this place, under the joint auspices of Tokyo Geographical Society, Association of Japanese Geographers and Swedish Society for Anthropology and Geography, being organized by the united efforts of the leading scholars of both countries.

It is a well-known fact that in 1879 Dr. Nordenskiöld on board the Vega arrived in Yokohama Port, after accomplishing his purpose of sailing across the Arctic Ocean which no man had ever explored and had long been deemed to be the most dangerous and difficult region to approach at that time. Therefore, the merits established by him and the scientific significance of his success are, needless to say, invaluably great. On the other hand we should never overlook the evident fact that, with his visit to Yokohama Port as a turning point, ever since the scientific and cultural exchange between Sweden and Japan has remarkably been enhanced. I believe, the grand event of to-day proves it and as well foretells the promising future of our relations.

In the history of mankind it can not always be said that one century is a long period of time, but, if considered from the viewpoint of history of scientific development, it can never be a short period of time. Therefore, it is not too much to say that the remarkable development of science and culture of to-day is nothing but a flowering of the seeds assiduously planted by our elders in the garden of learned world for the past one hundred years. To-day attending the centennial celebration ceremony, I deeply feel that this is a meeting not only of the scholars of both countries who share the brilliant memory of geographical achievement, but also of the scholars who are ceaselessly making efforts in their own fields to put forward the science and culture for the world-wide welfare of mankind who lives in coming centuries.

Please excuse me for being personal, but I am, as one of your fellow geographers, extremely delighted to be favored with an opportunity to offer my good wishes and heart-felt congratulaticns on this conspicuous occasion.

Thank you.

〔第1班〕 HOPPE 教授, SCHYTT 教授, ODEVALL 大使, 徳永幹事, 案内者：伊藤浩司（北海道大学・環境科学, 植物生態学）門村　浩（北海道大学・環境科学, 自然地理学）。あいにくの雪模様であったが, 札幌一定山渓一中山峠一洞爺湖一有珠山一登別温泉のコースを予定通り進み, 冷温帯の植生景観, 農業, 有珠山1977—1978年噴火に伴う山体の変容と災害等を観察した。有珠山では, 北海道大学理学部付属有珠火山観測所を訪れ, 横山　泉所長から1977—1978年噴火活動の推移についての説明を聞いた。

〔第2班〕 BYLUND 教授。案内者：岡田宏明（北海道大学・文・北方文化研）。平取町にある北海道大学文学部北方文化研究施設二風谷分室を訪れ, 主としてアイヌ文化にかかわる研究の現状を視察した。夜は登別温泉において第1班参加者とともに温泉プールに浸り, 来日以来はじめてのゆとりある夜を過ごした。

11月24日（土）, 登別温泉地獄谷, 白老町のアイヌ村を見学の後, 苫小牧を訪れ, 湧払低地に展開する苫小牧東部大規模工業基地開発の現場を視察し, 北海道生活環境部環境審査課課長補佐草野博光氏から開発計画と環境アセスメントの現状についての説明を受けた。17時35分千歳発日航機で成田へ向う。

北海道訪問はわずか2泊3日であったが, 一行はその初冬の自然景観と生活の一端に触れ, 深い感銘をもって帰国の途についたようである。この機会に, 講演会と巡検の実施にあたりご協力をいただいた皆様に厚くお礼申し上げたい。　　（門村　浩）

4. 展示会

11月19日, 20日の両日にわたり, 東京地学協会会議室において, ノルデンショルドの来日に関する記念品, ノルデンショルド自身による日本図書のコレクションの一部が展示された。11月19日は, 秩父宮妃殿下がご来場になり親しく展示品をご覧になった。

展示品目録

(1) 記念品

・1879年後半のノルデンショルドの日記
・ツンベリーとケンペルの記念碑の石版
・東京地学協会の祝宴（1879年9月15日開催）におけるあいさつ原稿
・東京地学協会の祝宴のために作成された扇
・銀メダル——東京地学協会がノルデンショルドに贈ったもの

(2) 蔵書

御伽婢子, 阿片停止録, 鎖国論, 舞台鏡, 南海紀聞, 東都戯場一覧, 泰西本草名疏

(3) ノルデンショルド編著の古地図アトラス Periplus（1897年刊）

協賛者　後援者

協賛者

スウェーデン大使館　日本学士院　日本・スウェーデン協会　日瑞基金　スウェーデン社会研究所

後援者

文部省　日本学術振興会　朝日新聞社

実行委員会

委員長　矢　澤　大　二（日本地理学会会長）

委　員　G. ホッペ（スウェーデン王立科学アカデミー院長）

V. シット（スウェーデン人類・地理学協会会長）

P. フリッツオン（スウェーデン大使館広報担当参事官）

平 田 冨 太 郎（スウェーデン社会研究所所長）

西　村　光　夫（日瑞基金専務理事）
服部礼次郎（日瑞協会副会長）
木　内　信　蔵（成城大学教授，東京大学名誉教授）
大　矢　雅　彦（早稲田大学教授）
藤　木　忠　美（北海道大学助教授）
前　島　郁　雄（東京都立大学教授）
吉　田　栄　夫（国立極地研究所教授）
門　村　　浩（北海道大学教授）
西　川　　治**（東京大学教授）
中　村　和　郎*（東京都立大学助教授）
宮　下　史　明*（早稲田大学教授）
徳　永　英　二*（東京都立大学助手）
三　上　岳　彦*（東京大学助手）
岩　田　修　二*（東京都立大学助手）

** 事務局長　* 幹事

編集委員会

委員長　前　島　郁　雄
委　員　西　川　　治，中　村　和　郎，徳　永　英　二，三　上　岳　彦，岩　田　修　二

御援助いただいた法人および個人

朝日新聞(株)，伊勢丹(株)，小田急百貨店(社)，学習研究社(株)，ガデリウス(株)，古今書院(株)，清水建設(株)，スウェーデン社会研究所(社)，石油資源開発(株)，大成観光(株)，第一生命(株)，高島屋(株)，帝国書院(株)，東京リサーチ・サービス(株)，日瑞基金(社)，日清製粉(株)，日本 S.K.F.(株)，日本新薬(株)，日本テトラパック(株)，服部時計店(株)，一ツ橋印刷(株)，平凡社(株)，三井銀行(株)，理想社印刷(株)，饗場徳衛（アイウエオ順）

東京地学協会取扱い出版物 (▲印新刊)

地学雑誌 第842号 昭和56年4月20日印刷 昭和56年4月25日発行

編集兼発行者 前島郁雄

発行所 社団法人 東京地学協会 東京都千代田区二番町12-2
郵便番号 102 電話東京(261)0809番 振替口座-東京-0-66278番

印刷所 一ツ橋印刷株式会社 東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会取扱い出版物 （▲印新刊）

1/5万 地質図及び説明書（但し△印は説明書なし）

各460円 〒450円

上松、足尾、厚田、阿仁合、赤穂、秋葉山、岩内、飯田、今治西部、伊予三崎、岩館、宇部、宇部東部、襟裳岬、渡島小島、飫肥、大垣、大迫、大畑、近江長浜、大屋市場、鬼鹿、尾花沢、小浜、蟹田、海南、唐津、冠島、霧島山、串本、鞍岡、甲府、国分、昆布森、猿留、須坂、垂水、田沢湖、但馬竹田、丹後由良、妻籠、土淵、都農、津山東部、都井岬、当別、動木、苫前、富高、那智、男体山、沼田、鰐崎、羽幌、浜益、東茂住、登岳、平戸、人首、船津、幌加内、本岐、幌泉、母衣月、三日市、三厩、門別、吉野山、呼子、留萌

各600円 〒450円

網走、荒島岳、伊万里、内の浦、渡島大島、鹿屋、上里、蠣ノ浦、加子母、金木、加治木、草津、小口瀬戸、佐用、志布志、周匝、男女群島、達布、田並、太良鉱山、近川、智頭、月形、徳舜瞥、仁位、根雨、羽島、初浦、肥前高島付野母崎、日向青島、肥前江ノ島、弘前、深浦、三島、三田井、焼石岳、涌谷、若柳

各890円 〒450円

△伊東、五所川原、△横田、脇野沢

850円 〒450円

山形市北部地質図

各2,390円 〒500円

伊予鹿島宿毛、坂城

栗栖川、竹田、蓼科山、津島、藤沢、若桜、▲宮古島

2,390円 〒{都内600、第一地帯700、第二〃850、第三〃1,000}

浜松

各1,390円 〒450円

磯浜、伊良部島、岩沼、稲取、魚津、渡島福島、川尻、金華山、熊石、五城目、尻屋崎、修善寺、下田、竹貫、多良間島、鶴居、利島、富江、那珂湊、野尻、彦根東部、都城、御蔵島、三崎、屋久島西南部、八雲、陸奥川内、米内沢

各1,510円 〒450円

羽後和田、小諸、酒田、知内、大樹、館、多里、大正、津幡、飛騨古川、宮古島北部

各1,840円 〒450円

浅舞、秋田、上石見、木古内、千歳、本荘、神門、八が岳、湯沢

2,790円

江住

2,850円

▲上郡

各1組600円 〒450円

勝本・郷ノ浦・芦辺、大槌・霞露岳、大間・佐井、新宮・阿田和、八幡浜・伊予高山、見付・掛塚

1/20万 地質図 各〒350円

各440円

高知、野辺地、羽幌、松山、輪島、伊良湖岬

各620円

網走、酒田、標津、苫小牧、深浦

宮津、稚内

各870円

天塩、尻屋崎

各1,140円

根室、鳥取、剣山

斜里、留萌

各1,310円

▲大多喜、宮古島、知床岬、釧路、豊橋、野母崎

1,630円

久遠

1,780円

▲横須賀

1,870円

旭川

2,350円

弘前及び深浦

2,460円

札幌

2,510円

▲秋田及び男鹿

1/7万5千 地質図及び説明書

各490円 〒450円

鬼首、高松、徳島、勿来

1/50万 地質図

1,950円

福岡

1,960円

鹿児島

500円

八丈島、奄美大島

2,320円

釧路

以上〒350円

地学雑誌 隔月発行，1カ年9,900円（送料を含む）。巻号によっては分売もいたします。

ISSN 0022-135X

地學雜誌

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 3 (843), 1981

目　　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会 取扱い出版物

▲印 新刊

日本地質図　各〒 450円

品名	縮尺	価格
日本地質図（4枚1組）	縮尺1/100万	4,690 〒500
同上説明書:Geology and Mineral Resources of Japan（第三版） 〒都内 760円，第一地帯 880円，第二 1,030円，第三 1,180円		3,780
No. 4，日本地質図（3枚1組）	縮尺1/200万 シリーズ	1,560
No. 5，日本炭田図		890
No. 8，日本温泉分布図 } 組の場合1,950 〒 500		1,280
日本温泉鉱泉一覧		930
No. 9，日本油田ガス田分布図		1,150
No.13，日本変成相図　説明書付		700
No.14，日本鉱床生成図(鉱種・時代)		720
No.15-1，日本鉱床生成図（モリブデン・タングステン・錫）		940
No.16-1，絶対年代図（花崗岩）		650
No.16-2，絶対年代図（変成岩）		900
No.17-1，粘土鉱床分布図 説明書付		1,370
No.17-2,3,4，日本鉱床分布図（銅・鉛・亜鉛・マンガン）		3,010
No.17-5,6，日本鉱床分布図（金・銀・水銀・硫黄・石膏）		2,120
No.18，日本活断層図　説明書付		930
No.19，日本熱水変質帯分布図		1,540
▲熱水変質帯・温泉沈澱物一覧		990
▲No.20，日本地熱資源賦存地域分布図		1,330
▲No.21，日本温泉放熱量分布図		1,310
An Outline of the Geology of Japan（地質図と説明書）	縮尺1/500万	1,030

地質構造図　各〒 450円

品名	縮尺	価格
No.1，秋田	縮尺1/ 50万	890
No.2，後期新生代　東京	1/ 50万	1,280
No.3，第四紀地殻変動図　近畿	1/ 50万	1,580
No.4，伊豆半島活断層図　説明書付	1/10万・1/5万	1,390
No.5，信越地域活構造図	1/ 20万	1,560

特殊地質図　各〒 450円

品名	縮尺	価格
No.11，山形市北部　説明書付	縮尺1/ 5万	850
No.13，佐世保北部	1/ 2.5万	850
No.15，石狩沖積低地　説明書付	1/ 10万	1,240
No.17，鬼首	1/ 2.5万	650
No.20，東京湾とその周辺地域　説明書のみ	1/ 10万	1,080

火山地質図　〒 350円

品名	縮尺	価格
▲No.1，桜島火山地質図 裏説明書	縮尺1/ 2.5万	1,210

品名	縮尺	価格
▲地熱地域等重力線図〔北海道・本州・九州〕(20地域)	縮尺1/ 5万	〒 450 3,730

水理地質図　各〒 450円

品名	縮尺	価格
No.4，山梨県釜無川・笛吹川流域	縮尺1/ 5万	650
No.5，香東川・土器川・財田川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.6，愛媛県金生川・加茂川・中山川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.7，千葉西部	1/ 10万	650
No.8，奈良県大和川流域	1/ 5万	650
No.11，長野県松本盆地　説明書付	1/ 5万	650
No.12，兵庫県南西部　説明書付	1/ 10万	650
No.13，佐賀・福岡県筑後川中流域	1/ 5万	650
No.15，都城盆地　説明書付	1/ 10万	650
No.16，仙台湾臨海地域	1/ 10万	840
No.17，高知県鏡川・国分川・物部川流域	1/2.5万	650
No.18，福岡・大分県山国川・駅館川流域	1/ 5万	650
No.19，熊本県白川・黒川流域	1/ 5万	650
No.20，鳥取県日野川流域	1/ 5万	840
No.21，福岡県矢部川中流域	1/2.5万	840
No.22，山梨・長野県釜無川上流域	1/ 5万	1,110
No.23，長野・群馬県湯川・吾妻川流域	1/ 5万	1,390
No.24，長野県千曲川中流域	1/ 5万	1,390
No.25，島原半島	1/ 5万	1,510
No.26，長崎県諫早・北高地区	1/ 5万	1,260
No.27，長野県上川・柳川・宮川流域	1/ 5万	1,260
No.28，福島県郡山盆地	1/ 5万	1,390
No.29，福島盆地	1/ 5万	1,540
▲No.30，甲府盆地	1/ 5万	1,530

海洋地質図　各〒 450円

品名	縮尺	価格
No.3，相模灘付近海底地質図　説明書付	縮尺1/ 20万	1,840
No.4，相模灘付近表層堆積図	1/ 20万	1,630
No.5，紀伊水道南方海底地質図	1/ 20万	1,700
No.6，紀伊水道南方表層堆積図	1/ 20万	1,280
No.7，琉球島孤周辺広域海底地質図	1/100万	3,610
No.8，西南日本外帯沖広域海底地質図	1/100万	2,000
No.9，八戸沖表層堆積図	1/ 20万	2,350
No.10，八戸沖海底地質図　説明書付	1/ 20万	1,970
No.11，日本海溝，千島海溝南部	1/100万	2,650
No.12，西津軽海盆表層堆積図	1/ 20万	2,440
▲No.13，日本海南部及び対島海峡	1/100万	2,430
▲No.14，北海道周辺日本海・オホーツク海	1/100万	2,750
▲No.15，日本海中部海域広域海底地質図	1/100万	2,990

写真 1 山火事跡に残るビンダンやバオバブの樹木群（西オーストラリア，ダービー）

写真 2　岩屑地に発達するムルガ林（ノーザンテリトリー，アリススプリングス）

写真 3

オーストラリアの乾燥地低木林　Arid Shrublands of Australia

地学雑誌 90, 3 (1981)

イエーメン・アラブ共和国の環境地質 (第二報)

——ティハマ平原——

新藤静夫* 田口雄作**

Environmental Geology of Yemen Arab Republic (2)

—— The Tihamah Plain ——

Shizuo SHINDOU and Yuhsaku TAGUTSCHI

Abstract

The Tihamah Plain is a coastal plain bordering on the Red Sea, located in the western part of Yemen Arab Republic. The length of the plain from north to south and the width from east to west are about 400 km and about 30 to 40 km respectively and the altitudes range 0 to 500 m.

Most of this plain has still uncultivated like a semi-desert area because of hydrometeorologic conditions such as high temperature, small rainfall, dryness, etc., geologic conditions such as silty, sandy, sand and gravel strata, and bad conditions for water use. However, this plain has high abilities for further development.

The purposes of this paper are to describe the physical environments in this Tihamah Plain and the actual circumstances of land and water uses which are strictly provided under such environments and recommendation for further development concerned with water in an arid region.

This paper is summarized as follows:

1. Geology of the Tihamah Plain is mainly Alluvium composed of silt, sand, and gravel. Alluvium strata are declining westward in about 1/300 gradient. The depths of Alluvium are considered to be about 50 m in the central part of the plain and more than 100 m in the coastal part. Main aquifer in this plain exists among these Alluvium strata.

2. According to tritium analyses, residence time of groundwater in this plain is found to be extremely long except limited regions such as irrigation areas and those along wadi courses. Groundwater except such areas is only recharged by a great flood which happens once for several years.

3. Remote sensing is emphasized to be a convenient method to get many available informations about groundwater occurrences through observations such as soil moisture, vegetation, land use, etc..

4. The fact that infiltration from wadi courses and irrigation canals occurs in large

* 筑波大学地球科学系 Institute of Geoscience, the University of Tsukuba
** 通商産業省地質調査所 Geological Survey of Japan

quantity suggests the possibility of artificial recharge for groundwater in this plan.

The authors propose the following systematic water use plan: that wadi water must be artificially recharged into groundwater before evaporation loss when it runs down from mountainous regions to the plain and it should be withdrawn in the lower part of the plain.

The following effects may be expected by this plan.

i) Avoidance of invalid runoff during flood.

ii) Decreasing of evaporation loss.

iii) Possibility of utilizing high quality groundwater by purification mechanism of water holding layers.

I. 序 論

この論文でとりあげるティハマ平原 (Tihamah Plain) は，イエーメン・アラブ共和国の西部にあって，紅海に面する南北約400km，東西約30～40km，標高0～500m の海岸平野である。

この地域は高温，寡雨，乾燥といった水文気象条件に加え，地質条件もシルト質ないし砂質から砂礫質のところが多くを占め，さらに水利条件の悪いこともあって，未開発な半砂漠状のところが多くなっている。しかし山岳地域の多い当国にあっては，広大なこのティハマ平原は今後の開発対象地域として重要な位置を占めているといえる。

実際，後にのべる Wadi Mawr 地域をはじめ，いくつかの農業開発プロジェクトが計画され，また一部では実施に移されている。

筆者等は昭和53年12月に「北イエーメン地方水道計画パートII」の事前調査の際，このティハマ平原を数日間にわたって踏査し，その水文気象，地形，地質，水文地質等の自然環境と利水を中心とした社会環境について強烈な印象を受けたが，そののち筆者の一人新藤は再度当地域を踏査する機会を得[1]，つづいて行なわれた上記プロジェクトの本格調査の結果を検討する機会とそれに関連して再々度当国を訪問する機会を得た[2]。

この論文で筆者等はまずティハマ平原の自然環境としての水文気象特性，地形，地質特性，水文地質特性をのべ，つぎにそれらの要因に規定された土地および水利用の実態を明らかにし，乾燥地域における水資源開発のためのひとつの提案を試みたいと考えている。

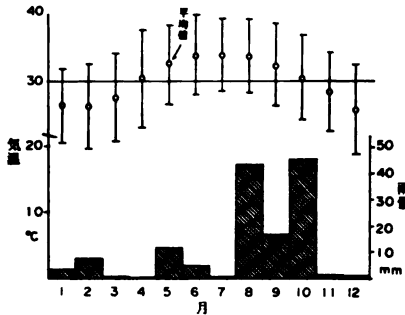
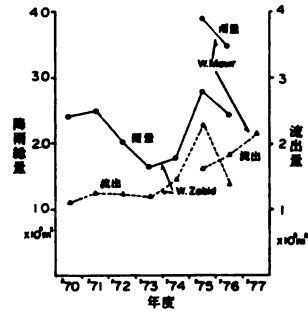
この論文をまとめるにあたり，調査，研究の機会を与えて下さった国際協力事業団（社会開発事業部）をはじめ種々の御助力をいただいた本プロジェクトの本格調査団のメンバーの諸氏に対し，深く感謝申し上げる。

II. ティハマ平原の自然環境

(1) 水文気象

ティハマ平原における信頼に足る気象データは，近年諸外国の手による開発プロジェクトが進行するにつれて，少しずつ集積されるようになって来た。Wadi Zabid 流域や Wadi Mawr 流域などがその好例である。

Wadi Zabid 流域の Zabid における1974年の各月の降水量，蒸発量，気温，地温などの変化は前報第9図に紹介したので参照されたい。

本報では Wadi Mawr 流域の Al Zuhra における1972年～1977年の平均の各月の最高・最低・平均気温，および降水量を第1図に示す。図によれば，月平均気温は通年25°C を下まわることはなく，30°C 以下になるのも11月から3月までの5カ月間のみである。また月平均最高気温は各月とも30°C を越え，ことに6月から8月までの夏期の3カ月間は39～40°C の高温を示す。

第1図 Wadi Mawr 流域の Al Zuhra における月別最高，最低気温及び雨量

第2図 Wadi Zabid と Wadi Mawr の流出量と雨量

ティハマ平原における降水量はきわめて少なく，ほとんどの地点で年間200mm 以下である。

雨期は4～5月および7～8月の2回存在するが，量的には中央山岳地域に比べて非常に少ない。しかし1年に1度位の割合で集中豪雨に見舞われることもある。Tihamah Development Authority (1979) は Wadi Mawr 地域の At Tur で1975年から77年にかけて各年1度ずつ，3時間雨量76.3, 79.0, 90.2mm という値を観測している。

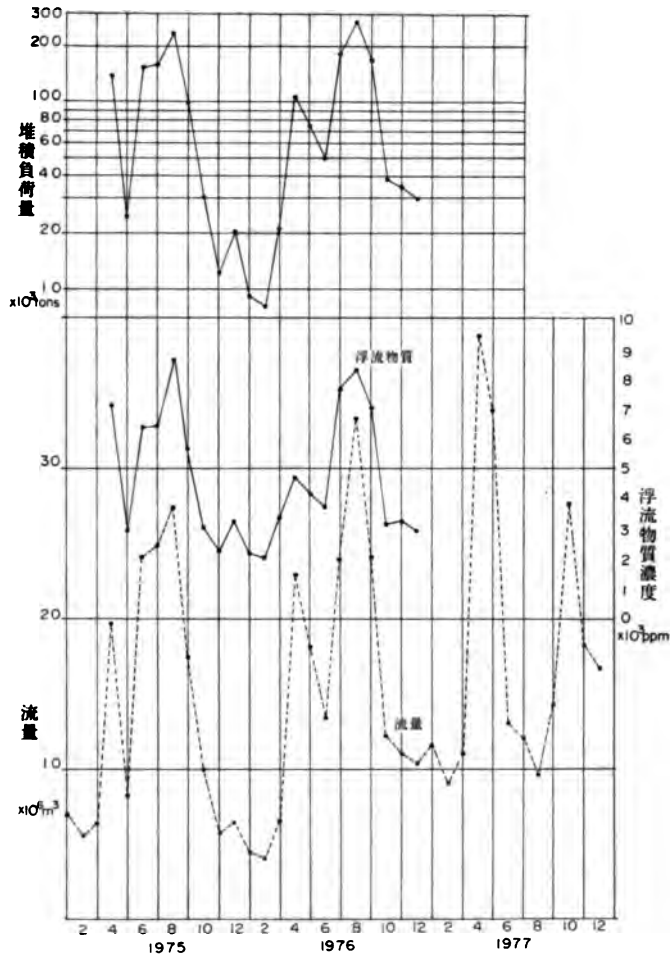
つぎにティハマ平原を流れる7つの主要ワジ (Wadi) のうち，Wadi Zabid と Wadi Mawr 流域[3]を例としてその流出をみると第2図の通りであって，年流出総量と年降水流量の比，すなわち流出率を計算すると，前者が6.4%，後者が4.8%という値を示す[4]。また Wadi Mawr 流域の標高230m の Shat Al Erge 地点での毎月の流量と溶浮流物質濃度は第3図のようであって，まず河川流量は，

第3図 Wadi Mawr 流域の Shat Al Erge における毎月の流量と浮流物質濃度（位置は第8図に示した）

写真 1 Wadi Rasian, 下流より西部山岳地帯を望む（昭和53年12月撮影）

4.0×10^6 m^3 から38.8×10^6 m^3 まで変動し，その変動幅は約10倍である。一般に 4 ～ 5 月および 7 ～ 8 月に 2 回の極大値が生じ，それは降水量の極大値が出現する時期と一致する。

溶浮流物質についていえば，2,000ppm から8,600ppm まで変動し，流量の増加とともに増加する傾向がある。したがって溶浮流物質負荷量は8,000トンから273,000トンと約35倍もの変動幅を記録する。このように洪水時に運ばれる溶浮流物質の量は膨大で，これがティハマ平原に堆積し，流域の肥沃化に寄与している。

第 4 図 ティハマ平原を流れるワジの河床勾配（上は北部，下は南部）

(2) 地形

先にも述べたようにティハマ平原の西縁は紅海によって限られ，東縁は南北につづくほとんど直線状をなす山麓線によって山岳地帯と接している。平原と山岳地の対応は極めて顕著で，遠方よりこれを望めば写真 1 にみるように岩壁そのものといった景観をなす。

山岳地はティハマ平原より一挙に1,000m から2,000m もせり上り，これに発する河川は急流をなして流れ下り，ティハマ平原にいたる。

先に述べたようにティハマ平原を貫流するワジは常時流水のみられるものは，ほとんどなく，その多くは雨季に集中する降水を洪水流として流す乱流河川となっている。写真 1 に示したワジは常時流水のみられるめずらしい例の 1 つであるが，これも末端部では地下に浸透したり，蒸発して自然消滅する。

ワジの河床勾配な第 4 図に示すように一般に大きく，とりわけ南部のそれはきわめて大きい。ここでは扇状地上に展開する網状流の発達がいちじるしく，その規模も大きいものがみうけられる。

山岳地から海岸部にかけての地形的特徴をつぶさに観察するとつぎのようである。

まず山岳地内にあって山を深く抉る大河川の，しかも花崗岩類岩石の分布する地域には，

乾燥地域に特有の山麓緩斜面（ペディメント）の発達がみられる（写真2）。この部分は植生も多く，その末端部には湧水が存在することも多い。

ティハマ平原に近いワジ沿いには cobble〜boulder 大の円礫を伴う淘汰の悪い砂礫段丘が発達している。我々が踏査した Wadi Mawr, Wadi Surdud, Wadi Rasian では，現河床より10数 m の高さに段丘面が形成されていて，この面上に集落が立地している。これらの段丘面の下流側への延長は扇状地地帯をへて，ティハマ平原の地下に追跡される。

写真 2　雨期直後のペディメント　Taizz 市付近（昭和54年 9 月撮影）

大きなワジの渓口部には扇状地の発達がみられるが，第5図に示したように，我国のそれにくらべると必ずしも明瞭な形状をなさない。図示の範囲では標高100m 付近から下流にワジ流路が記入されていることからみて，この付近が扇端部ということになろう。

扇状地は植生が乏しく，所々に小灌木が点在するほかは一面砂礫が覆い，いわゆる石砂漠といえるような景観である（写真3）。Wadi Mawr から Hajjah 方面へ向かう道路の周辺にはこの石砂漠の中に風化花

第5図　Wadi Surdud とその近傍の地形及び水利用状況

写真 3 ティハマ平原 Bajil 北方，背後にあるのは人家（昭和53年12月撮影）

崗岩の残丘が点在し，荒寥たる様は一段と増している。

扇状地の末端部から海岸部にかけては，砂～シルトを主体とする風成層が三角州堆積層を覆い，帯状にのびる波状地形や微高地，砂丘，小形のバルハンなどの地形を作っている。写真４はティハマ平原でよくみかける景観の一つで，このようにわずかな高地を利用して集落が立地している。

砂丘や波状地の延長は西南西一東北東方向に並び，明らかに強い西風の影響を受けて発達したものであることがわかる。波状地形の谷部やプラヤ状のところではその周辺にくらべて植生の多いのが目立つ。

平原を貫流するワジのうち比較的大きなものでは，河床は平地面を４～５ｍ あるいはそれ以上，下刻して流れ，固定しているが，小さなワジ，とりわけ南部のものは，第６図に示したように乱流して流路の定まらないものが多く，平地面とワジ床面の比高は１ｍ 以内か，地形的にほとんど区別出来ないほどである。

上にのべた大きなワジでも，海岸部では周辺の地形の中に埋没し，はっきりとそのあとを追うことが難かしくなる。写真５はそのような例の一つである。このようなところでは自動車の走行に利用されていたりしている。

紅海に面しては Sabkha と呼ばれる塩湖が多くみられ，また海岸にはサンゴ礁の発達もいちじるしい。

(3) 水系

第６図はティハマ平原に流れ込むワジの水系と流域を示したものである。ほとんどのワジは西部山岳地帯に水源を有しているが， Wadi Mawr, Wadi Surdud, Wadi Siham, Wadi Rima, Wadi Zabid, Wadi Rasian 等は中央高地[5]に発し，いずれも広い流域面積を有する。なかんずく Wadi Mawr は最大で，流域総面積は7,500km^2 である。

(4) 地質

ティハマ平原を作る地層はおもにシルト，砂，礫からなる三角州性～扇状地性の沖積層で，一般に粘土層の発達は少ない。これらの堆積物は風成堆積物に覆われ，およそ $1/_{300}$ 程度の勾配で西に傾斜している。沖積層の下限の位置は正確には把握されていないが，例えば第７図に示した Wadi Mawr 付近の深井戸資料によれば，深度60m 付近までの砂礫層がそれに該当するように思われる[6]。即ちこれより下位は粘土

写真 4 ティハマ平原に普通にみられる微高地集落はこのようなところに立地していることが多い（昭和54年10月撮影）

混り礫あるいは礫混り粘土から成っており，孔井検層の比抵抗値も上位の地層に比べて低い。一方上位の地層は礫—砂—粘土と海進時における典型的な地質層序を示している。

沖積層下限の深度を上記のようにとれば，下位の粘土質礫層は層相からティハマ平原後背山岳地の山麓部に発達する段丘礫層（洪積層または第三紀層）に相当することになる。これより下位の地層については確認されていない。

さて，先に述べたように洪水のたびに山岳地から多量の溶浮流物質が運搬され，これが堆積して場所によっては肥沃な土壌層が形成されているところもみられるが，一方西方性の強い風が海岸や砂丘地から砂を運び，土壌層を覆い，かつ熱く乾燥した気候のため腐植層の形成が阻害され荒地となっているところも多い[7]。写真6は流砂のための放棄された耕地の状況を示したものである。

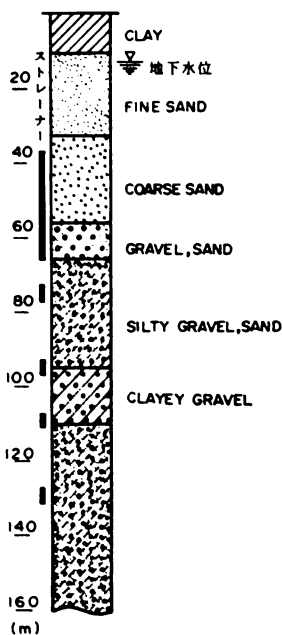
洪水灌漑（Spate irrigation）が行なわれているようなところでは，土壌化がいわば人工的に促進されるかたちとなり，熱帯湿潤気候地域にみられるような褐色土壌が形成されており，地表が乾いているようにみえてもその下は充分な土湿があり，土壌の保水性は大きいようにみうけられた。

なお参考までに Wadi Mawr 付近の土壌の化学成分を示せばつぎのようである。

pH• 7.0~8.5
$CaCO_3$ 5~30%
Soluble salts 0.4~2.8%
Humus content 0.5~1.9%
Nitrogen content 0.02~0.8%

(5) 地下水

ティハマ平原における地下水はそのほとんどは，西部山岳地帯に降った雨を集めて流れるワジの浸透水によって涵養され，平原に降る雨水は極めて少なく，地

写真5　海岸部に近いワジの様子　Yaktol 付近（昭和54年10月撮影）

第7図　Wadi Mawr 付近の深井戸資料（海岸より約20km 内陸に位置する）

下水を涵養することなく蒸発によって失なわれるものと思われる。ワジから浸透した水もワジ流路付近の地下水を涵養するのみで，それからはなれた地域の地下水を涵養するにはいたらないものと思われる。

第8図[8]に示した Wadi Mawr 付近の地下水面図に代表されるように，ティハマ平原を流れる大きなワジは，その河床付近の地下水位が周辺の地下水位より高く典型的な伏没河川であるが，常時流水のみられない中小のワジでは，このような関係は顕著でない。

試みに第8図の地下水面図から，地下水面等深線図を描くと第9図のようになる。この図には灌漑水路も併せて示してあるが，これによれば，Wadi Mawr の河床や灌漑水路からの浸透が，地下水の涵養に大きく寄与していることがわかる。とくに，灌漑水路の存在する大部分の地域では地下水面が15m 以浅となっているのが注目される。このことはいいかえれば地下水の人工涵養を促進していることを意味し，地下水を利用した今後のティハマ平原の開発方法に一つのヒントを与えるものといえる。これについてはのちにふれる。

地下水位は一般に山岳地寄りと海岸部で浅く，平原中央部で深い（前者で地表より10～15m あるいはそれ以内，後者で20～25m である)。海岸に近い地域では，場所によっては地下水面で地表下1m 以内にあるところもある（例えば第12図の Ghulayhgah 付近)。

地下水面が海水面と接しているような地域では，激しい蒸発と海水の浸透のため地下水の塩分濃度はきわめて高いものとなっている。

筆者等の調査および既往の調査によれば，ティハマ平原の地下水の電気伝導度は一般にきわめて高く，1,000μ℧/cm 以下の場合は少なく，またワジ表流水に比べていちじるしく高い。

2回目（昭和54年9月）の調査は雨期直後で，渇水期には涸渇する小さなワジにも流水がみられたが，その電気伝導度は例えば Bayt Al Faqi では220μ℧/cm で，同じ場所の地下水の値630μ℧/cm より小さな値を示した。また Wadi Mawr でも，表流水の665μ℧/cm に対して地下水は2,000～3,000μ℧/cm という値を示している。一方，地下水のみの電気伝導度をみるとその値は山麓部から海岸部へ規則的に増大し，およそ第10図のように分布している。山麓部の地下水の多くが，1,000μ℧/cm 以下であるのに対して，海岸部では3,000～4,000μ℧/cm，時に5,000μ℧/cm 以上に達する。

地下水の涵養が活発に行なわれていると考えられる大きなワジ沿いでは，電気伝導度の低いゾーンが下流へ舌状にはり出しているのが指摘出来る。Wadi Mawr, Wadi Surdud, Wadi Rima などがそれである。第11図[9]は Wadi Mawr の例をさらに詳しく示したものであるが，ここでは地下水の涵養域とその周辺では数1,000μ℧/cm の差を示す。

以上に述べて来た電気伝導度にみるティハマ地域の地下水の性質は，少ない地下水涵養量と激しい蒸発によって決定づけられたものと考えられる。ただし海岸部では海水の浸透による影響も無視出来

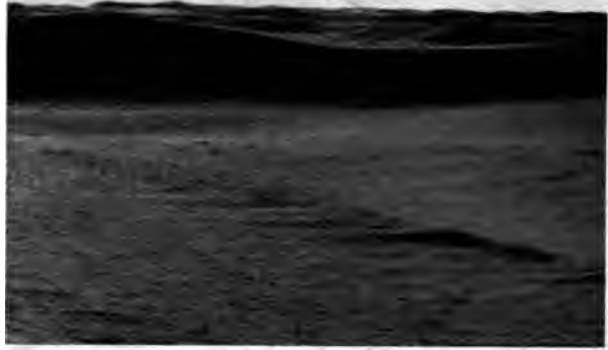
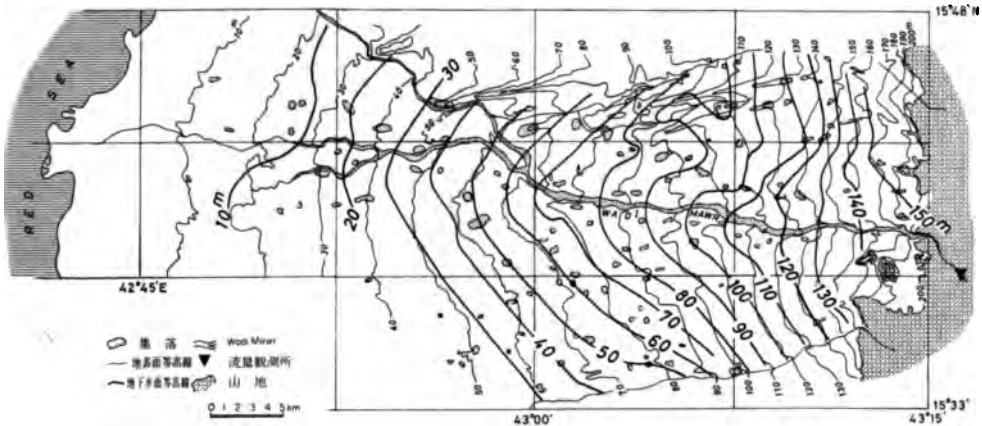
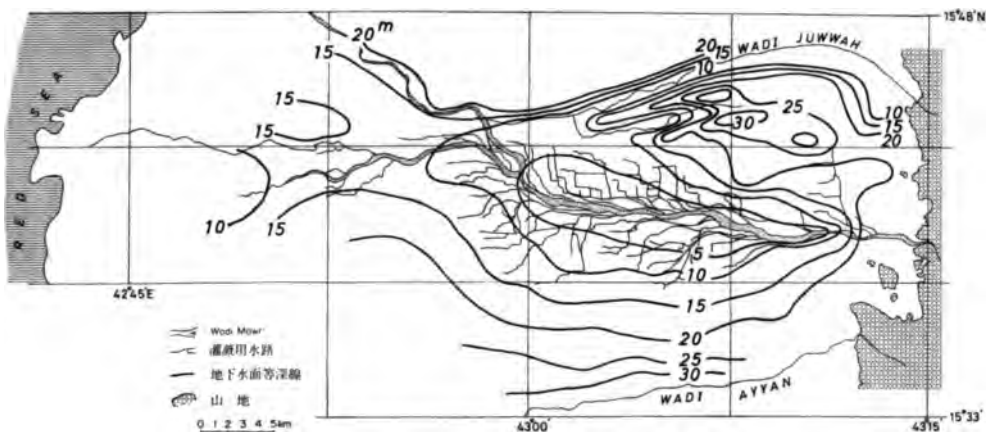
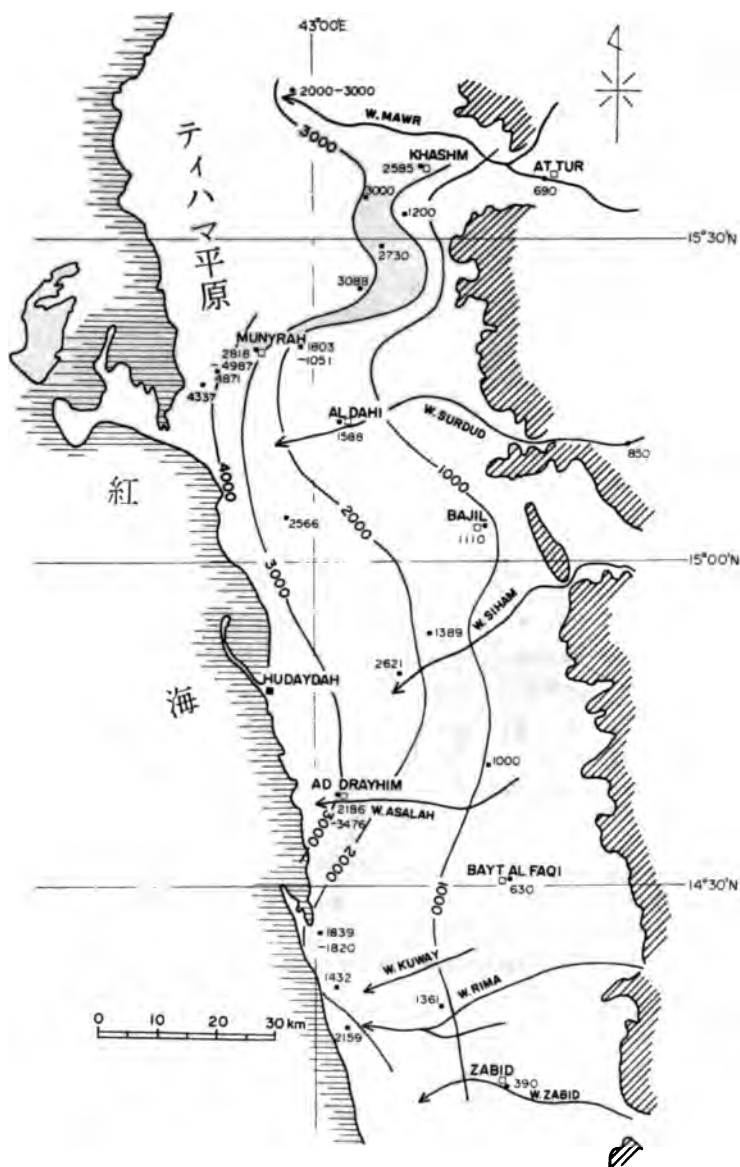
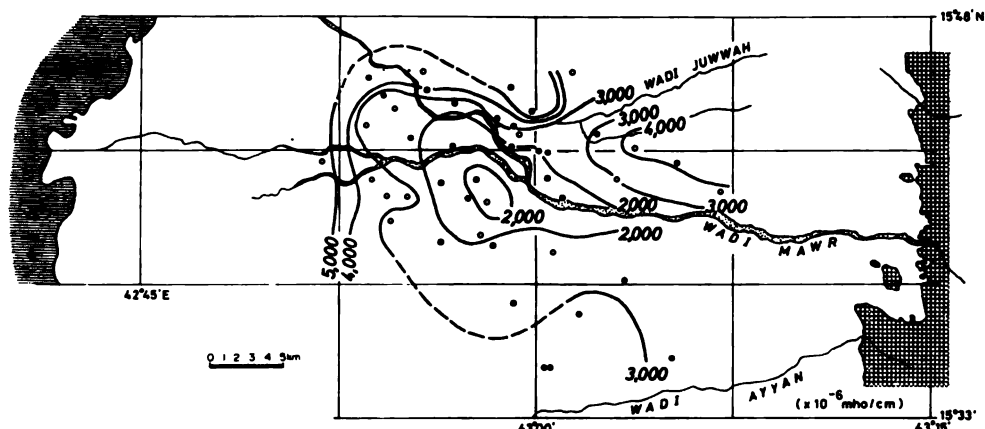



写真 6　砂丘の移動により放棄された耕地　Hudaydah 付近（昭和54年10月撮影）

第8図　Wadi Mawr 流域の地下水面等高線図（1976年4月）

第9図　Wadi Mawr 流域の地下水面等深線図（第8図より作成）

第10図　ティハマ平原における地下水の電気伝導度の分布（数字は電気伝導度，単位は μ℧/cm)

ない。Hudaydah 地域では水道用水としての地下水揚水によって塩分濃度が上昇しているという報告もある[10]。

なお，ティハマ平原の地下水の塩素イオン濃度は100〜1,000mg/l, 全硬度も100〜1,000mg/l という値である。

以上の他に地下水の水温の高いのも我々にとっては興味がある。昭和53年12月の調査時では一般に30°C以上，最高35.4°C というのがあった。昭和54年９月の調査では，同じ地域で深度を変えた測定値が数地区で得られているが，これによると同一地点ではほとんど例外なしに井戸深の深いものほど高い水温を示

第11図 Wadi Mawr 流域における地下水の電気伝導度の分布（数字は電気伝導度，単位はμ℧/cm)

しているのが注目される。たとえば Wadi Surdud の右岸の Az Zaydiyah (第5図) から海岸部にかけた地域では，下記の記録が得られている。

Az Zaydiyah	(海岸からの距離21km)	電気伝導度
65m井	35°C	1,803μ℧/cm
19.5m井	28°C	1,051μ℧/cm
Munyrah	(海岸からの距離 13km)	
60m井	36°C	2,818μ℧/cm
20m井	31.5°C	4,987μ℧/cm
Torkia	(海岸からの距離 6 km)	
Showlee		
9.5m井	34.5°C	2,884μ℧/cm
5.7m井	33.0°C	4,337μ℧/cm

調査時の気温は35°C 以上であったこと，浅層部の水温も海岸部に向かうほど高くなること，そしてこの時期は雨季直後であったこと，さらにワジ表流の水温が24~28°C 程度であった[11]こと等から，これらの現象はワジからの地下水の涵養と流動を反映した現象とみることが出来る。

ティハマ平原の地下水の動態については以上の事実からかなり明らかになったが，なおその循環の様子を探るため，地下水およびワジ表流水のトリチウム分析[12]を行なった。また参考のため山岳地の湧水の測

第1表 地下水及び表流水のトリチウム濃度(単位 T.U[13])

	名称(地区)	井戸深(自然水位)	トリチウム濃度	備考
1	Bajil	40m	12T.U.	浅井戸
2	Al Dahi	65m	2.8	鑿井
3	Al Mukha	9.8m(8.15m)	0.85	浅井戸
4	Wadi Rasian		20.12	Wadi の渓口部付近
5	Wadi Sara		20	Mahweet への分岐点付近
6	Manakhah		18	Wadi の原流付近
7	Mahweet		7.7	湧水
8	Hofash		10.0	湧水
9	ペプシコーラ工場(参考)	90m(50m)	0.53	Sanaa 市北方 鑿井

定も行なった。第1表にその結果を示す(地点は第6図に併示)。

これによるとティハマ平原に流れ込むワジの表流水の値は20T.U. 前後とみられ，ほぼ一定の値を示すが，地下水の値は1～10T.U. 前後と場所，条件による相異が大きい。Bajil の浅井戸は山麓部に近く，かつ灌漑地にあることからみて妥当な値といえるが，Mukha の浅井戸が 1T.U. 以下の値を示したのはきわめて興味のある事実である。この井戸はティハマ平原の南部，山麓部からの距離約40km のコーヒーで有名なモカ港の近くにあり，口径3.6m で手掘りのものである。地表からの涵養がほとんどなく，山麓部から長時間かかって移動して来た古い地下水であると理解される。

Al Dahi の井戸は Wadi Surdud の沿岸にあって，海岸からの距離25km，ティハマ平原の中央部に位置する。場所からみてワジからの涵養が考えられるが，仮りにこの地区の地下水のオリジナルの値を1T.U. ワジの表流水の値を20T.U. とし，これらが混合した値として3T.U. という値を示したものとすれば，ワジからの涵養は10%程度ということになる。残りは当然横からの涵養と貯留量の減少によって賄なわれていることになる。詳細な検討のためにはなお精査を要するが，ティハマ平原の地下水のかなりの部分が消耗性のものであるということになると，問題はきわめて深刻なものとなる。

なお山岳地内の湧水も割合低い値を示したが，これらはいずれも岩盤の裂か性の地下水に相当することからみて納得出来る。

本文と直接関係ないが，中央高地のサナ盆地内にある深井戸のトリチウムに濃度がきわめて低かったのは重視すべき点で，ここではほとんど消耗性の地下水を利用していることを示している[14]。

III. 人工衛星写真の解析

雨季，乾季の2時期の人工衛星写真[15]を用いて，ティハマ平原における土湿状態，植生状態，灌漑を中心とした土地利用状況を解析した。画像の解析は全国をカバーするスケールで進め，この手法が乾燥地域においては地形・地質の細部状況や植生の消長などの解析と，その結果を利用した水資源調査にきわめて有効な情報を提供しうるものであることをたしかめた。

全国的な規模で進めた解析の結果は別の機会に公表するとしてここでは昭和54年9月にランドトルースすることの出来た雨季直後のティハマ平原について述べることとする。

(1) 自然現象

a) 土湿[16]

先にも述べたように，南部ティハマの海岸寄りのワジは網状の乱流河道をとり，河道とその周辺との比高はほとんどなく，せいぜい20～50cm 程度である。自動車はこれらのワジを横切って進むわけであるが，それでも走行に支障を来たすということは少ない。つまりワジ部分とその他の部分とは明瞭な境をなさない。

洪水は恐らく山岳地帯から平原に入ると一面に拡がって流下するのであろう。比較的固定した河道をとるのは，山脚部より10～15km 程度のところまでであって，これより下流では，洪水時においては一面湿地状を呈するものと思われる。ランドサット画像解析のうえでは，これらの土湿状態は写真7に示したように暗色部として表現されているが，上流域に多雨地域をひかえる南部ティハマではこれが特に顕著である。

雨季がおわると激しい蒸発のため，塩分が濃縮し，白斑状の塩の結晶がみられる。この現象は画像の上でも認められ，特に南端部の Bab Al Mandab 付近でいちじるしい。

土湿状態の季節的推移についてみると，雨季においては山脚部での土湿が目立ち，乾季においてはむしろ海岸部での土湿が目立っているようにみえる。

北部ティハマの Wadi Mawr, Wadi Surdud およびそれ以北の海岸では，陸地と海域の接点に特に濃い映像がみられるが，地下水面がごく浅いか，一部には湧水等も存在するのではないかと思われる。第12図にはそのような部分が示されている。

植生

2図はティハマ平原全域についての
)分布を示したものであるが，ここ
に述べる灌漑地の緑と自然植生の
けて表現してある。
このように自然植生の緑は一般に山
多く，とりわけティハマ平原の北
多い。これに反して南部地域のそ
端に少ないのが目立つ。先にも述
うに南部ティハマは地表の傾斜が
，しかも一般に砂質地盤であるこ
，土壌の保水性が悪く，植物の生
さないためと判断される。
3図は，植被の比較的豊富な北部テ
について，やや詳細に緑の分布を
スしてみたものである。
di Mawr 流域やその他の大きなワ
に認められる灌漑地を除いて，植
般に先に述べたように山脚部に多
それらの地域でもワジ流路近傍で
って植生は少なくなる。山脚部で
の乱流，砂礫を主体とする堆積物
の原因と考えられる。山脚部でワ
とは無関係に存在する植生は，山
を直接流下して平原にいたる地下
って維持されているものと思われ

人工現象

にもふれたように，大きなワジ沿い
漑地の様子がよく示されている。
け Wadi Mawr, Wadi Siham,
Zabid 流域では山麓部から海岸部
く灌漑されているようである。そ
ワジの流路と関係なく灌漑地が点
いるところも指摘されるが，これ
く地下水利用によるものと思われ

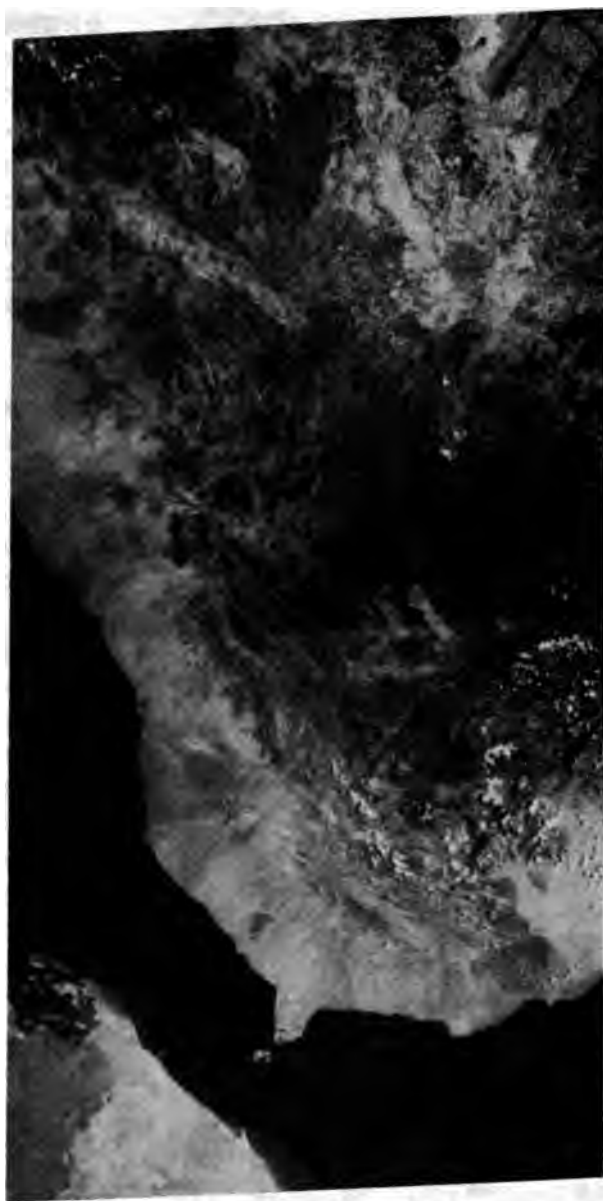



写真 7　雨期におけるティハマ平原南部の衛星写真解析(平原の暗色部は土湿をあらわす。特に山脚部で顕著)

方法は後にのべるようにほとんどはスペート・イリゲーションと呼ばれる洪水時の流水を導水して
るもので，水路等による恒常的な灌漑はごく一部である。
，第12図から指摘出来るようにティハマ平原のほとんどは非灌漑地で，天水をたのみとする生産性
一時的な耕作地か，荒地のままとなっている。これらの中には砂丘地からの飛砂，流砂によって放
たものも多い。第12図にはランドサット画像からよみとった砂丘地の分布が示されている。

第12図　人工衛星写真の解析（灌漑地，自然植生の分布に注目）

なお灌漑地における植生の消長をみると，10月以降の乾季に顕著で雨季では緑の濃度が薄い。これは山岳地域における緑の分布と全く逆の傾向を示すことから，恐らくスペート・イリゲーションによる営農法に関係する現象と考えられる。即ち灌漑地の耕作は，出水時のワジ流水を土堰堤によって耕地に導き入れ，充分水を浸み込ませたのちに行なわれ，播種されるので，時間的なズレが生ずるためと考えられる。写真８は雨季直後のスペート・イリゲーションの様子を示したものである。

IV．ティハマ平原における土地利用と水利用

(1) 地域区分

ティハマ平原は水の存在の有無によって大きく２つに区分出来る。ひとつはスペート・イリゲーションの可能な地域を含むワジ地域で，他はそれが不可能な残りの地域である。後者は Khabt 地帯と名付けられているが，アラビア語では“barr”と呼ばれ“熱い”という意味であるから，ここでは“熱砂”地域と呼ぶことにする。

ワジ地域は，ティハマ平原東部，すなわち西部山岳地域の山麓部およびワジの流路に沿う細長い土地で，洪水が年２度の雨期に定期的に到達する地域と，ティハマ平原西部で，流域内に豊富な降水があった時にのみ灌漑水が得られる地域に細分される。便宜上，前者を豊水区，後者を貧水区と呼ぶことにする。貧水区の農民はまさに大洪水と降雨にしか水を得る手段を持たず，干魃(ばつ)の時などは職を求めて，移住を余儀なくされる。熱砂地域はこれよりなお厳しい条件下にあるといえる。ここではそのほとんどは局地的な降雨のみに頼らざるを得ず，耕作可能地は僅かの地域に限られている。そして，作物を作っている場所や量が年によってかなり変動する。

(2) 土地利用形態

1973年に英国空軍が撮影した空中写真をもとに Egli, E. (1977) が作成した Wadi Mawr 地域の土地利用形態を地区別に第２表に示し，第14図に図示した。

第14図を第８図の地下水面図及び第９図の地下水面等深線図，さらに第11図の電気伝導度分布図と比べると，きわめて良く対応しているのが指摘され，地下水の涵養源として，ワジの流水に加えて，灌漑水が大きく貢献していることが明瞭に示される。

図示のようにワジの流水の恩恵を受けられるのは，恒常的のもの，一時的のものを含めて，ワジを中心とする５～10km 程度の範囲にとどまっている。

ワジ流域をはなれると比較的明瞭な境をなして未耕作地が分布している。集落は勿論耕作地に存在するが，とりわけ恒常的灌漑地に密集している。

地下水による灌漑地も一部に認められるが，その一つ一つの面積はきわめて小さい。なおその外郭を連ねると，地下水面の深さが15～20m 以浅に限られているのが注目される。地下水灌漑の範囲が井戸掘り[17]の技術に制約されていることを意味しているのであろうか，注目される。

西部貧水区の Al Luhayyah, Al Bujiyah, Rub Al Wadi 地区では未耕作地が50%以上の割合を占め，熱砂地域をこれに加えると Al Bujiyah 地区では実に97%以上にも達する。これに対し，東部の豊水区では未耕作地の割合は低い。ここでは熱砂地域の割合も大きいが，ワジ地域の面積も大きくなっている。

C.P.O.[18] (1978) によれば，灌漑が施されたワジ地域の土地の大部分は，2，3の大きな家系の所有になっている。即ち土地所有者の2%が全体の土地の50%を占有し，小さな土地の所有者の50%は，合計しても全体の僅か5%の土地しか所有していない。そして約70%の農民は，大土地所有者の支配下にある小作人であるという。

第13図　ティハマ平原北部における緑の分布（人工衛星写真の解析にもとづく）

一方熱砂地域に住む農民の70%以上は，自分自身の土地を耕作している。近年主として熱砂地域を中心として，揚水ポンプを備付けた井戸の数が第15図のように増加して来たが，それでも地下水によって灌漑が可能になった土地の総計は，スペート・イリゲーション地域や降雨依存地域の総面積に較べるとはるかに小さい。

(3) 作物の種類

ティハマ平原では一部のワジ地域を除くと，水の確保が量的にも時期的にも天候のみに頼らざるを得ない。したがって作物はあまり水を必要としない種類のものを主として栽培することになる。すなわちトウモロコシ類，フトイ(太藺)，アワ，キビ類，ゴマ，タバコおよび野菜などである。

先にも述べたように，近年ポンプ揚水による地下水灌漑が進み，充分な量の水が確保されるにつれて，水を多く必要とする換金作物の棉花などの栽培が多くなって来た。棉花は当国の輸出品のうちでも，もっ

写真 8　スペート・イリゲーション（洪水灌漑）のようす　Zabid 付近（昭和54年 9 月撮影）

とも重要な位置を占め，1975年から1976年の国家歳入の約50%，2,460万リアル相当の外貨を得ている（1 リアル≒50円）[19]。

(4) 水利用形態

第 5 図にティハマ平原に見られる典型的な水利用形態を示した。この図は，最近の空中写真[20]をもとに作成された 5 万分の 1 の地形図に記入されている水利用形態に関する情報を抜き出して作ったもので，Wadi Surdud を中心に北緯15° から15°30′，東経43° から43°50′ までの範囲について示したものである。この図からいくつかの興味ある事実を指摘することが出来る。

第 1 に灌漑水路の存在である。Bajil 東方や，Wadi Surdud 流域の山間部にも若干それが見られるが，もっとも大規模なのは当該ワジの両岸，標高120～200m に作られたものである。灌漑水路は，図から明らかなように地表面の僅かな高まりを利用して作られ，等高線と直交して走っている。またワジ流路と直交する方向にも，きわめて僅かな勾配を利用した等高線と平行して走る水路も作られている。

これらの灌漑水路の大部分は，コンクリートなどによってライニングされていないため，灌漑水の地下への浸透を容易にしている。このような地域では，地下水位が他に比べて浅いのが特徴である。

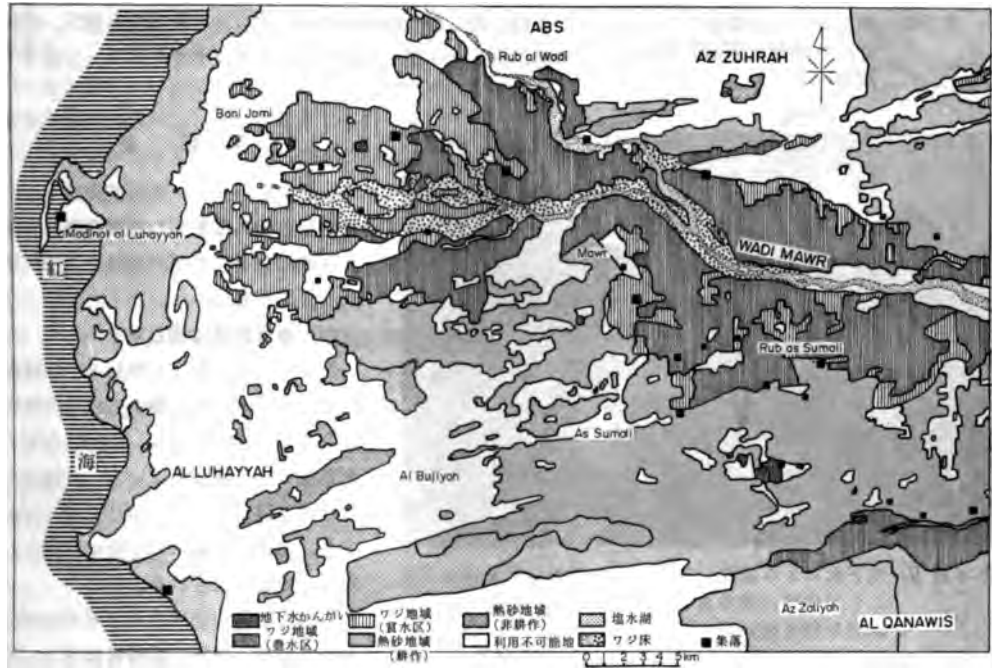
第 2 に，天水を溜めて生活用水として使用するシスターン（Cistern）と掘井戸の分布である。シスターンは当国ではとくに山岳地域に多く分布しているが，ティハマ平原東部の扇状地地域にも散見できる。地形の僅かな低所を利用して，後背地から降水時の表流水を集めて貯水する伝統的な集水方法で，現在は大部分はコンクリートライニングしてある。ワジの流水が確保出来る地域にはシスターンは分布しておらず，恒常的な流水が得にくい地域にのみ分布しているのが読みとれる。近年この地域にポンプ揚水の井戸が掘られ，必要な水量が容易に得られるようになるとともに，井戸がシスターンにとってかわり，安定した農耕が可能となりつつある(写真 9)。

第 3 にダムの存在である。第 5 図には 2 種類のダムが示されている。すなわちひとつはワジに何らかの堰堤を築く，堰止め型のダムであり，他は Bajil 周辺にみられる溜め池型のダムである。前者は恒常的な流水がある Wadi Surdud やその周辺にのみ存在するのに対し，後者はシスターンと同様に後背地の緩やかな傾斜をたくみに利用して表流水を導き，3 方向を固めた馬蹄型をしている。その中には，ワジの流水などから水路を作って導水し，貯水している型式もみられる。第16図に Bajil 東部にみられる典型的な溜池型ダムを図示した。馬蹄状の溜池の開口面は，地形の傾斜に対し，直交する方向に向いており，流水が得やすいように作られている。

第 4 に“Wall”[21]の存在である。“Wall”とは，ワジの流水や一時的に流れる表流水をスペート・イリゲーションに利用するための，直線状の堤防である。我国の扇状地などに見られる雁行状の霞堤によく似ているが，流水に対する角度が我国のそれとは全く違っている。ティハマ平原にみる“Wall”は少ない流量の水を少しでも多く自分達の畑に導き，耕作を可能にする利水が目的である。第 5 図中 Wadi Surdud 北方，および第17図に典型的な“Wall”の例を示した。また写真 8 の左側にその様子が撮られている。

(5) 干魃時の移住

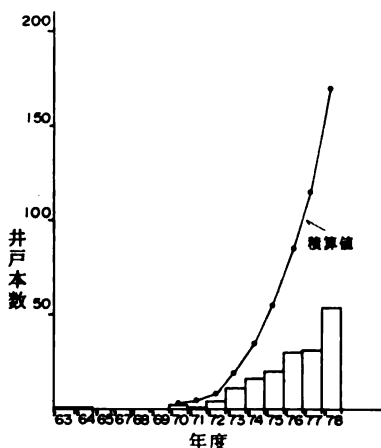
第2表　Wadi Mawr 地域の土地利用状態

地　区	面積(ha)	耕作地 (ha)			未耕作地(ha)
		井戸灌漑地域	ワジ地域	熱砂地域	
Al Luhayyah	31,140	40(0.1 %)	5,800(18.6%)	2,100(6.7%)	23,200(74.6%)
Al Bujiyah	51,030	30(0.06%)	1,300(2.5%)	8,200(16.1%)	41,500(81.3%)
Rub Al Wadi	5,530	30(0.5 %)	2,500(45.2%)	0(　0%)	3,000(54.3%)
Mawr	3,150	50(1.6 %)	1,400(44.4%)	800(25.4%)	900(28.6%)
As Sumali	5,530	30(0.5 %)	1,600(28.9%)	3,900(70.6%)	0(　0%)
Rub As Sumali	2,820	20(0.7 %)	1,200(42.6%)	1,000(35.5%)	600(21.2%)
Az Zaliyah	23,900	200(0.8 %)	3,500(14.6%)	12,000(50.2%)	8,200(34.4%)
合計	123,000	400(0.3 %)	17,300(14.1%)	28,000(22.7%)	77,400(62.9%)

第14図　Wadi Mawr 地域の土地利用形態（集落は主なものを示す)

乾燥地域においては，水の確保ということが住民の生活維持の上に決定的な影響を及ぼしているのはいうまでもないが，その最も厳しい現実を干魃時における住民の移住の実態を通して窺うことが出来る。

移住のパターンには大きく　i. 局地的移住　ii. 都会志向移住　iii. 国外移住　の3通りがある。

もともと当国は国外へ移住するものが多い国であるが（第一報参照），中でもティハマ平原北部の，サウジアラビアとの国境付近の地域が目立って多い。例えば Al Luhayyah（第14図参照）では住民の30%が国外で生活しているという。

このように移住者が多いのは，しばしば見舞われる干魃による生活の不安定が最大の原因で，これらの中には耕地を全く放棄してしまったようなところもある。

第15図　揚水ポンプを備付けている井戸の増加（Wadi Mawr 流域）

国外移住や都会への移住の出来る住民はまだよい方で，移住するための資金すらない熱砂地域に住む最も貧困の人々は，上述の第1の移住パターンをとる。彼等は干魃時には全財産を1～2頭のラクダに積み，より豊かな農地（主としてワジ地域）を渡り歩く一種の季節労働者としての生活を余儀なくされる。このような“さまよえる農民”のグループはアラビア語で makhadir と呼ばれており，一つの収穫が済むと他の収穫地へと移住する。

通常このような移住者の住いは麦わらで作った粗末なもので，定住者の住居群（村）の外側にグループで設営される。

もともとイエーメン人は農耕民族であるから，移住はしてもいわゆる遊牧民とは異なり，水さえ得られれば元の住居地に帰るところに特徴がある。

干魃に苦しむ熱砂地域においても地下水利用が進み，生活形態が少しずつ変って来ていることはすでに述べたとおりである。

写真 9　地下水による灌漑，このような灌漑施設を持つことが住民の夢である　Al Qanawis 付近（昭和53年12月撮影）

V. 結　論

本研究を通じて，乾燥域の地下水の特質及びそれにまつわる諸問題をかなり明確にすることが出来た。以下にそれを要約する。

(1) 水文地質に関して

ティハマ平原を作る地層の主体は主としてシルト，砂，礫から成る沖積層である。本層は約 1/300 程度の勾配で西に向かって傾斜している。沖積層下限の深度はティハマ平原中央部で50m内外，紅海沿岸部では100m 以深にいたるものと推定される。

本層の下位の地層は当平原東縁部に分布する段丘礫層の延長に相当し，洪積層あるいは第三紀層と考えられる。この地層は電気探査による比抵抗値がかなり小さいことが報じられており，固結度が大きいものと推定される。したがってティハマ平原の地下水の主な帯水層は沖積層中にあると判断される。

(2) 地下水の賦存機構

a)　灌漑地やワジ流域の限られた地域を除いて他の地域では地下水の更新はきわめて少ないことがトリチウム分析からわかった。ここでは通常の降雨の浸透水は，地下水面に到達することなく蒸発によって失なわれるものと思われる。

b)　これに反してワジ流域や灌漑地では，地表水の地下への浸透は割合大きいものと考えられる。またこのようなところでは，山麓部→海岸部という横方向の流れも比較的活発であることが，地下水の電気伝導度の分布状態などから推定された。

サウジアラビアから北イエーメンにいたる紅海沿岸地域を上空より観察すれば，ワジに沿う緑の分布とその周辺の砂漠地帯との境はきわめて明瞭であって，地下水位はワジ流域では浅いがその周辺では極端に深くなっているものと思われる。

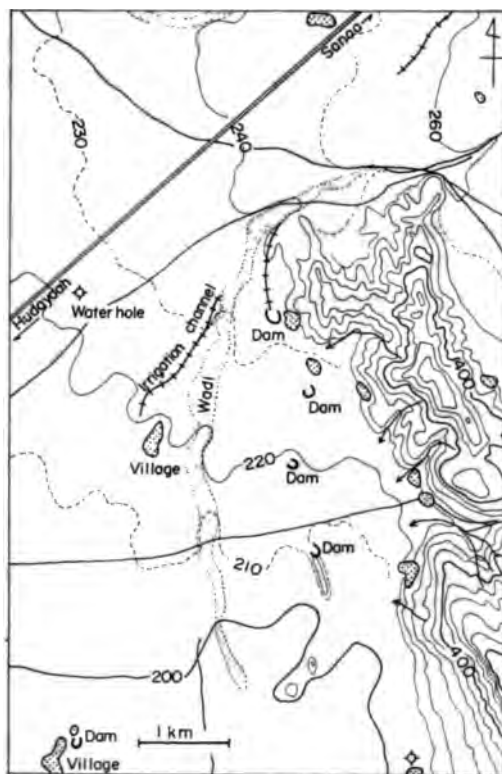
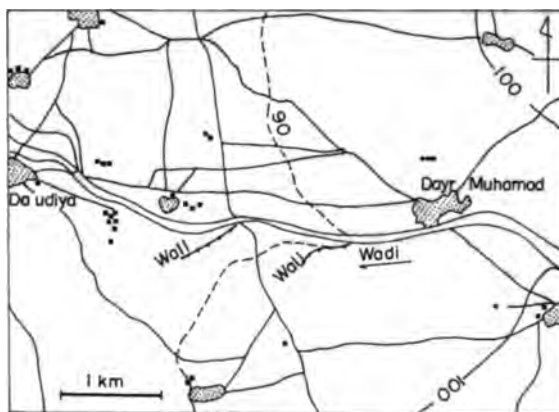
c) 恐らくワジ流域外の地下水は，おもに何年かに一回の大降雨の時に上部からの浸透によって涵養されているに過ぎないのであろう。

(3) リモート・センシングデータの活用

乾燥地域の地下水は地形，地質，水文の3つの条件によって強力に規定されているといえる。このことは地下水調査に際して，我が国のような湿潤地域と異なった注意が必要であることを意味している。つまり水を効率的に集める地形条件，水の容器としての地質条件，そして水の供給そのものが，各々同じレベルで把握されなければ地下水の実態の解明は難かしいといえる。しかし一方，厳しい自然条件のもとでの上述の調査は容易ではない。この場合リモートセンシングデータは，土湿状態，植生状態，土地条件，土地利用状況等を通して地下水の状況について有効な情報を提供しうるものであることが確認された。

(4) ティハマ平原における水資源開発に関する一提案

ティハマ平原は熱帯性乾燥気候という気候条件，ほぼ年2回の雨季における洪水を地下水のおもな涵養源とする水文条件，さらに主要帯水層が層厚50～100m の沖積層であるという地質条件から，現状のままのいわば与えられた条件のもとでの水利用にとどまるかぎり，ティハマ平原の開発にはおのずから限界があるといいうる。実際干魃時の農民の移住はかなりの数に上るという報告もあり，このような事態を解決することが当国の発展にとって重要な課題であると思われる。このことに関してつぎの私見を述べる。

本文に紹介したいくつかの灌漑地の例で示されている如く，灌漑水の地下水への転化が比較的活発に行なわているという事実は，ティハマ平原での人工的地下水涵養の可能性が大きいことを示唆して

第16図　Bajil 東部における溜池型ダムの例(灌漑水路との組み合せやダムの開口部の方向に注目)

第17図　スペート・イリゲーションのための土堰堤(数字は標高)

いる。

筆者等は，山岳地から平原へ流れ出したワジの流水を，蒸発によって失なわれる前に人工的に地下に浸透させ，これを下流側で利用するという組織的な水利用を計ることを提案する。

このことによる効果としてつぎが期待出来る。即ち，

i. 出水時の無効流出をさける。

ii. 蒸発による損失を防ぐ。

iii. 地層の浄化機能が発揮され，良質の地下水が利用出来る。

等である。

このような構想を前提とした詳細な調査が将来可能となることを望んでいる。

参考文献

Central Planning Organization, Y. A. R. (1978) : Final Report on the Airphoto Interpretation Project of the Swiss Technical Co-operation Service, Berne. Zurich, 231p.

国際協力事業団 (1980)：イエーメン・アラブ共和国地方水道計画調査(パートII)，ファイナル・レポート，総括報告書.

——(1980)：イエーメン・アラブ共和国地方水道計画調査(パートII)，ファイナル・レポート，水理地質調査報告書.

新藤静夫・田口雄作 (1979)：イエーメン・アラブ共和国の環境地質(第一報)——自然環境と水利用，地学雑誌，88，4(832)，195-214.

Tihamah Development Authority, Y. A. R. (1979) : *Development of Wadi Mawr*, Tipton and Kalmbach, Inc. Engineers, Denver, Colorado, U.S.A., 195p.

1) 筆者の一人新藤は「北イエーメン地方水道計画パートII」の本格調査作業管理委員長としてこれに参加した（昭和54年9月）。
2) 上記本格調査結果の最終報告のため渡航（昭和55年4月）。
3) 流域面積はそれぞれ，4,338km², 7,912km² である。
4) 流出率の相異は 1. 年降水量の相量 (Wadi Zabid 流域の方が多い)，2. 流下距離の相異 (Wadi Zabid の方が短かく，勾配も大きい)，3. 地質の相異 (Wadi Zabid の上流域では Yemen Volcanics が，また Wadi Mawr の上流域には古期岩石が分布している）によるものと考えられる。
5) 地形区分とその特徴については前報を参照のこと。
6) Hudaydah 付近の海岸部では沖積層の下限の位置は100m 以上に達している。
7) 流砂は耕作可能地を破壊するので，農民にとっては深刻な問題のようである。そのため流砂防止用の土堰堤が設けられているところもある。
8) Tihamah Development Authority (1979) による1976年4月の地下水面図である。
9) Tihamah Development Authority (1979) に基づく。
10) Hudaydah 市は当国では数少ない都市水道の敷設されている都市でその水源はすべて深井戸である（およそ20本余りの井戸がある)。
11) Wadi Mawr 24°C, Wadi Surdud 28°C, 同上流25°C（いずれも9月測定)。
12) 農林水産省農業土木試験場技官木村重彦氏にお願いした。
13) トリチウム・ユニット，1 T.U. は水素原子10^{18}個に1個の割でトリチウムが存在していることを意味する。
14) サナ盆地内では，年間1.5~2.5m という地下水位低下がみとめられ，問題となっている。一部揚水規制措置もとられている。
15) LANDSAT データ，バンド数は5と7を使用し，前者は緑，後者は赤のフィルターをかけ，カラー赤外に近い映像を得て解析した。装置は NAC 社の加色合成機 (Additive Color Viewer) を用いた。
16) 実際に地表が湿っている場合は勿論，地表下ごく浅い部分の土壌の水分が多い場合も含む。
17) 機械掘りによる鑿井はまだ少なく，大部分は手掘りの井戸である。

18) Central Planning Organization の略称。
19) C.P.O., 1978統計による。
20) イギリス空軍撮影
21) 地形図にこのように記載されているのでそのまま用いた。一種の土堰堤と考えてよい。

(1980年9月22日受理)

フィッション・トラック年代測定法
——その原理と実験手法——

玉 生 志 郎*

Fission Track Dating Method
—— Its Principles and Laboratory Procedures ——

Shiro TAMANYU

Abstract

The purpose of this report is to outline the principles and laboratory procedures of fission track dating.

Initial discoveries of tracks were reported by YOUNG (1958) and SILK and BARNS (1958). Since PRICE and WALKER (1962) discovered that fission tracks could be made visible in a optical microscope by chemical etching, the researches of solid state track recorder (FLEISCHER, *et al.*, 1975) have been remarkably developed. Fission track dating method is one application of these researches. PRICE and WALKER (1962) and FLEISCHER and PRICE (1963) tried firstly fission track dating using micas and natural glasses respectively. FLEISCHER, *et al.* (1965) also suggested the ion explosion theory as track formation mechanism considering that the each detector has a threshold of primary ionization rate for track formation to each charged particle energy (Fig. 1, 2).

Last 15 years fission track dating method have been grown up to the very important tools for Geochronologist. Nevertheless, the primary and technical data are little reported in most papers. NAESER, *et al.* (1979) offered the original proposal for standardization of fission track data. They recommended that ten column table be used (Table 1, as an example) and five items such as decay constant, neutron fluence monitor, dating technique standard error and annealing correction, should be mentioned.

The practical procedures for fission track dating are as follows. (1) Rock sampling, (2) Rock crushing, (3) Mineral separation, (4) Mounting minerals in FEP teflon or Epoxy resin, (5) Polishing minerals, (6) Chemical etching, (7) Preparing samples for irradiation, (8) Post irradiation procedures, (8) Counting of fission tracks, (10) Statistic calculation, (11) Drawing data tables.

I. はじめに

フィッション・トラック年代測定法は PRICE and WALKER (1962) および FLEISCHER and PRICE (1963) により，各々，白雲母，天然ガラスを用いて初めて試みられた。それ以降，本方法は地質学や考古学の分野で多くの測定結果を出し重要な研究手段としての地位を確立した。この手法は高価な質量分析器

* 地質調査所地殻熱部 Geothermal Research Department, Geological Survey of Japan

を必要とせず割合簡便にできるということと，従来放射年代測定が困難とされていた第四紀更新世を測定できるという理由から多くの期待がよせられている。ただ多くの測定結果がでてくるようになると，その測定手法の標準化ということがデータの信頼性，再現性という観点から重要になる。現時点においてはこの手法の標準化というものは正式にはまだ確立されていない。そのため1978年米国コロラド州スノーマスで開催された第4回地質年代・宇宙年代・同位体地質学に関する国際会議でのフィッション・トラック年代測定分科会席上では測定結果の公表形式に関する勧告を出すことについて議論がなされた。これを受けて NAESER, *et al.* (1979) により原案としてフィッション・トラック年代値の公表に関する標準化についてという論文が提案された。この原案を次回（1982年，日本）までに検討し結論を出すことになっている。このようにフィッション・トラック年代測定も質が問われる時代となりつつある。1982年には第5回地質年代学・宇宙年代学・同位体地質学に関する国際会議が日本で開催されることになっている。日本でのフィッション・トラック年代測定がより一層盛んになることを期待して，ここに現在多くの研究者が用いている実験手法について紹介する。この論文を書くにあたり原理については坂上 (1973)，FLEISCHER, *et al.* (1975) を，実験手法については NAESER (1976) を参考にした。

II. フィッション・トラックに関する理論

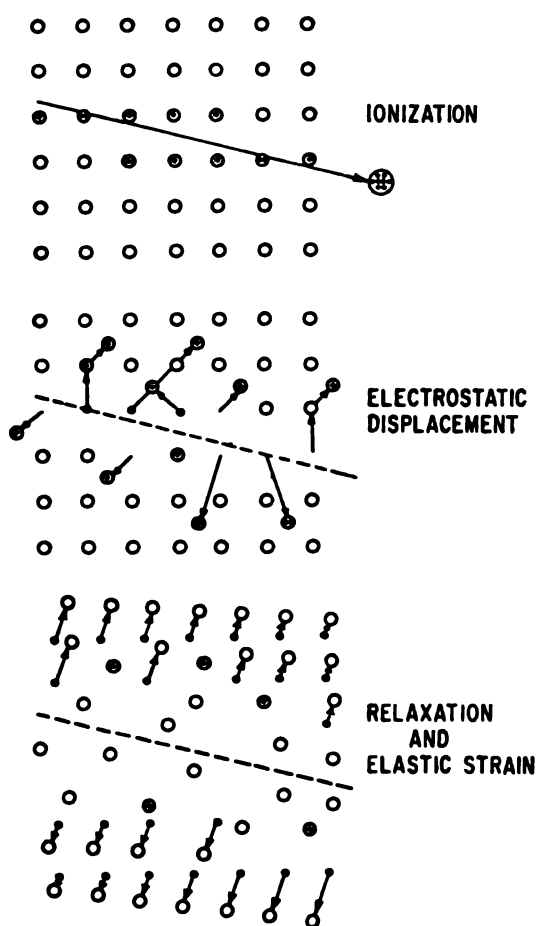
(1) 研究史

フィッション・トラックとは核分裂片が飛んだ跡という意味で核分裂片の重い荷電粒子が絶縁体中を通過したときつくる損傷のことをいう。フィッション・トラックは核分裂トラック（または核分裂飛跡）と和訳されている。似た言葉として荷電粒子がつくるトラックという意味で粒子トラック (particle track)，の粒子がつくるトラックという意味でのトラックなどという呼び方がある。これらを総称してトラックと呼ぶ。

フィッション・トラックの最初の発見は YOUNG (1958) と SILK and BARNS (1959) で，各々，弗化リチウム，白雲母で行われた。SILK and BARNS (1959) の場合電子顕微鏡を用いたため，トラックは電子線ビームにより急速に消滅してしまって長時間観察は不可能であった。これを可能にしたのは PRICE and WALKER (1962) により試みられたトラックの化学腐食法である。トラックの形成されている試料を適当な酸またはアルカリでエッチング（腐食）すると，トラック部分は基質部よりも急速にエッチングが進行するため，トラックを固定化できるとともに光学顕微鏡でも観察可能となる。

フィッション・トラック年代測定の試みは PRICE and WALKER (1962) により白雲母で，FLEISCHER and PRICE (1963) により天然ガラスで各々実施された。その後種々の鉱物で試みられた結果，年代測定に適するものはジルコン，スフェーン，アパタイト，白雲母，ガラスなどであることが判った。トラックを記録できるものとしては鉱物などの無機物の他，プラスチックなどの有機物もあるので数は多い。これらの検出材全体を総称して solid state track recorder (SSTR) と呼ぶようになった (FLEISCHER, *et al.*, 1975)。このようにトラック法は単に年代測定のみならず，トレーサーの検出やオートラジオグラフィーとして生物学，医学に，元素のエネルギー分析や超重元素の研究として化学，物理学などに，そしてその他広範な分野で様々に利用されている。これらトラック法については FLEISCHER, *et al.* (1975) により集大成された Nuclear Tracks in Solids-principles and applications という単行本に詳しく述べられている。

(2) フィッション・トラックの生成機構

フィッション・トラックとは核分裂片が固体に対してつくる放射線損傷のことである。この損傷があとでエッチングされて検出可能なトラックになりうるか否かは，核分裂片が固体の各箇所にどの程度のエネルギーを付加するかによって決まる。FLEISCHER, *et al.* (1965) により提唱された ion explosion 説によるとトラック生成機構は第1図のように説明されている。結晶中を通過する核分裂片は自分の軌道電子

第1図 トラックの生成機構
(FLEISCHER, *et al.* 1965の ion explosion 説による)

と結晶をつくっている原子の軌道電子とをともにはぎとる。そのため核分裂片自体は正荷電粒子となる。一方，核分裂片の通過した周辺の原子は正荷電イオンとなり相互にクーロン反発を起こし結晶格子中に損傷を生ずる。そのためこの損傷生成の基準は荷電粒子の通路に沿って単位長さあたりに生成するイオン対の数，すなわち一次イオン化率 J $\left(=\frac{dI}{dx}\right)$ によって決まる。

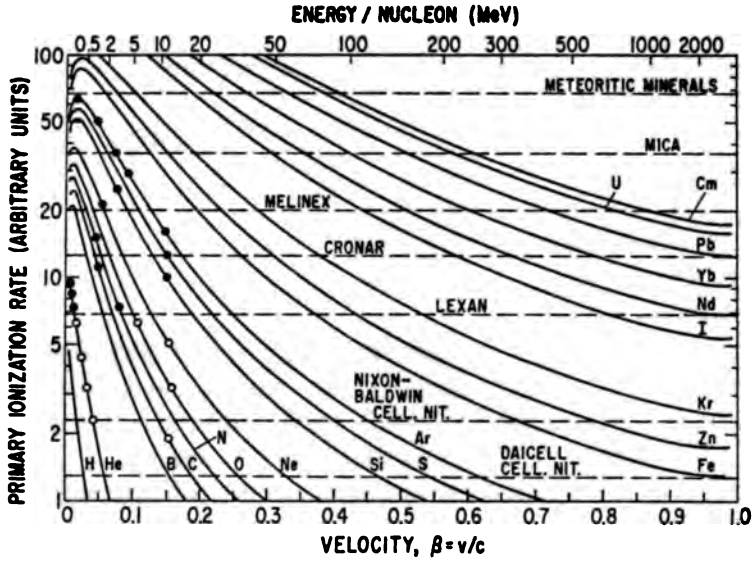
$$J=\frac{dI}{dx}=\left(\frac{\alpha Z_1^2}{I_0\beta^2}\right)\left[l_n\left\{\frac{2m_eC^2\beta^2}{(1-\beta^2)I_0}\right\}-\beta^2+3.04\right] \quad (1)$$

但し　α：物質によってきまる定数
Z_1：入射粒子の有効電荷
I_0：検出材物質を構成する原子の外殻電子のイオン化エネルギー
β：v/c (但し v：粒子速度，c：光速度)
m_e：電子の質量

FLEISCHER, *et al.* (1967) は実際種々の物質に重イオンを照射してエッチング・トラックを観察した。その結果を（1）式から求めた曲線上に，エッチング・トラックのできたものを黒丸，できなかったものを白丸として第2図に表示した。このような図からわかることは検出材により物質固有のエッチング・トラック生成の一次イオン化率臨界値 (Jc) が決まっているということである。それは各検出材の損傷度がその物質の引張り強さに応じて異なるためである。

(3) フィッション・トラック年代測定の原理

PRICE and WALKER (1962) は天然に生ずる自発核分裂が天然物の中に化石トラック*1として記録されることを明らかにした。そのため自発核分裂の壊変定数を知れば化石トラック密度をしらべることにより年代測定できることが判った。この年代測定法は他の放射年代測定と同様に放射性物質の壊変率が一定であることを利用して年代測定を行なう方法である。但し他の放射年代測定が親元素と娘元素の量比を直接質量分析器で測定するのに対して，フィッション・トラック年代測定では核分裂するとき生ずるトラックの単位面積あたりの数を測定する。この化石トラックをつくる原因としては ^{238}U 及び ^{232}Th の自発核分裂，天然に生ずる中性子による誘導核分裂，宇宙線の影響など種々のものが考えられうるが，特異なサンプル (Th≫U, Pb, Bi など≫Uなど) 以外では ^{238}U の自発核分裂のみを考えればよい (PRICE and WALKER, 1963)。それ故自発核分裂トラック密度 (ρ_s) はトラックが記録されていた期間 (T) と ^{238}U

*1 自発核分裂トラックが鉱物やガラス中に化石のように保存されているのでこのように呼ぶ (fossil track の和訳)

第２図　トラック生成に関する一次イオン化率のしきい値について
(FLEISCHER, *et al.*, 1967)

の濃度（^{238}C）の積に比例する。^{238}U の濃度は $T \lesssim 10^{8}$ yr ならばU同位体比（^{238}C/^{235}C）はほぼ一定であるから ^{235}U の濃度がわかれば求められる。^{235}U の濃度は熱中性子線量（ϕ）の照射による ^{235}U の誘導核分裂トラック密度（ρ_i）から知ることができる。$T < 10^{9}$ y の場合，近似的に

$$\rho_s = (T \cdot \lambda)\ (N_v \cdot {}^{238}C \cdot {}^{238}R \cdot {}^{238}\eta) \qquad (2)$$

但し

T：自発核分裂トラックが保存されていた期間

λ：^{238}U の自発核分裂定数

N_v：検出材の単位体積あたりの原子数

^{238}C：^{238}U の濃度

^{238}R：^{238}U の自発核分裂片のエッチング可能なトラック長

$^{238}\eta$：エッチング効率

一方

$$\rho_i = (\sigma \cdot \phi)\ (N_v \cdot {}^{235}C \cdot {}^{235}R \cdot {}^{235}\eta) \qquad (3)$$

但し

σ：^{235}U の誘導核分裂の核分裂断面積

ϕ：熱中性子線量

N_v：検出材の単位体積あたりの原子数

^{235}C：^{235}U の濃度

^{235}R：^{235}U の誘導核分裂片のエッチング可能なトラック長

$^{235}\eta$：エッチング効率

として求められる。

ここで（2），（3）式より

$$T = \varsigma\ (\rho_s/\rho_i)\ \phi$$

但し

$$\zeta = \frac{\sigma}{\lambda} \cdot \frac{^{235}C}{^{238}C} \cdot \frac{^{235}R}{^{238}R} \cdot \frac{^{235}\eta}{^{238}\eta}$$

ここで $T \lesssim 10^8$ y. であるならば $^{235}C/^{238}C \fallingdotseq$ 一定と考えて

$\sigma = 577 \times 10^{-24}$ (cm^2)

$\lambda = 6.85 \times 10^{-17}$ (y^{-1})

$^{235}C/^{238}C = 7.26 \times 10^{-3}$

$^{235}R/^{238}R = 1$

$^{235}\eta/^{238}\eta = 1$ (同一エッチング条件下で)

よって　$\zeta = 6.12 \times 10^{-8}$ (cm$^2 \cdot$ y)

故に，$T = 6.12 \times 10^{-8} \times (\rho_s/\rho_i) \times \phi$　　　　(4)

ここで注意しておきたいことは，^{238}U の自発核分裂定数 (λ) については測定法により種々の値いが報告されている (WAGNER, *et al.* 1975, NISHIMURA 1975, THIEL and HERR 1976) ことである。サンドウィッチ法では7.0×10^{-17} (y^{-1}) 前後の値，バブル・カウンター法では8.42，8.46×10^{-17} (y^{-1}) という値，また年代のわかっているガラスを用いた方法では8.5×10^{-17} (y^{-1}) 前後の値，そして K-Ar 法など他の放射年代測定で年代のわかっている鉱物を用いた方法では6.9×10^{-17} (y^{-1}) 前後の値が得られている。現段階ではフィッション・トラック年代測定を行なう上で，6.85×10^{-17}，7.03×10^{-17}，8.42×10^{-17}，などの値が使われている。それ故，測定値には必ず λ 値としてどの値を使用したか明記しておく必要がある。

(4) フィッション・トラック法によるウラン濃度測定の原理

鉱物中の ^{235}U の濃度 (^{235}C) は (3) 式より

$$^{235}C = \left(\frac{\rho_i}{\phi}\right) \cdot \left(\frac{1}{N_v \cdot \sigma \cdot {}^{235}R \cdot {}^{235}\eta}\right)$$

U全体の濃度Cは

$$C = \left(\frac{\rho_i}{\phi}\right) \cdot \left(\frac{1}{N_v \cdot \sigma \cdot I\,(^{235}U) \cdot {}^{235}R \cdot {}^{235}\eta}\right) \qquad (5)$$

但し I (^{235}U) は ^{235}U の同位体存在比とする。体積ウラン濃度 C(atom/atom) と重量ウラン濃度 Cw(g/g) の関係は

$$Cw = \frac{N_v \cdot U}{N_A \cdot d} \cdot C$$ となる。

但し，N_v：検出材の単位体積中の原子数，N_A：アボガドロ数，U：ウランの質量数，d：検出材の密度とする。ここではジルコン結晶の場合を考えると

N_v：ジルコン結晶の単位体積中の原子数

　($\approx 9.3 \times 10^{22}$ atom/cm^3)

N_A：アボガドロ数 ($= 6.023 \times 10^{23}$)

σ：^{235}U の核分裂断面積 ($= 577 \times 10^{-24}$ cm^2)

I (^{235}U)：^{235}U の同位体存在比 ($= 0.714\%$)

$^{235}R \cdot {}^{235}\eta$：ジルコン結晶中でエッチングされる平均トラック長 ($\approx 4\,\mu$m)

ρ_i：1 cm^2 あたりの誘発核分裂トラック密度

ϕ：1 cm^2 あたりの全熱中性子線量

U：ウランの質量数 ($= 238$)

d：ジルコンの密度 ($= 4.6$)

とすると

Cw (ppm) $\approx 5 \times 10^{10} \times (\rho_i/\phi)$　　　　(6)

となる。

III. フィッション・トラック年代測定の実験手順

フィッション・トラック年代測定を行うための手順を以下に示し，各々の内容については後に項目別に詳述する。

(1) 岩石試料採集（岩塊数kg)
(2) 岩石粉砕
(3) 鉱物分離
(4) 鉱物の埋込み（FEP テフロンまたはエポキシ樹脂)
(5) 研磨
(6) エッチング
(7) 熱中性子線照射の試料作成
(8) 照射後の処理
(9) フィッション・トラックの計数
(10) 統計処理

(1) 岩石試料採集（岩塊数kg)

フィッション・トラック年代測定に用いる鉱物として種々の鉱物やガラスが考えられるが，一般に用いられるジルコン，スフェーン，アパタイト，白雲母，ガラスについて述べる。

〔ジルコン〕

ウラン濃度が高くそのトラックが熱・圧力に安定しているため最も普通に用いられる。ジルコンはマグマからの晶出の時期がほぼ角閃石と同じなため，デイサイトより酸性の岩石では副成分鉱物としてかなり含まれる。両輝石安山岩中にも含まれるが細粒で少量である。玄武岩中には微量含まれる程度である。

〔スフェーン〕

ジルコン同様，ウラン濃度が高くそのトラックが熱・圧力に安定である。チタンの珪酸塩鉱物のため一般には多量に産しないが，火成岩にはひろく認められる。

〔アパタイト〕

リン酸塩鉱物でジルコンより晶出時期が早いので安山岩などでひろく認められる。そのトラックが割合低い温度で消滅することから熱史の研究などに利用されている。

〔白雲母〕

ウラン濃度が低いため中生代以前の古い岩石の年代測定に用いられる。そのトラックは大変明瞭であり誘導核分裂トラックの外部検出材としてよく使われている。

〔ガラス〕

人工ガラスとしてはウランなどにより着色されたものが，天然ガラスとしては黒曜石，テクタイト，真珠岩，火山灰中のガラス片，溶結凝灰岩中の本質レンズなどが用いられる。ガラス中のトラックは最もアニーリングしやすいので，一般に補正が必要である。

以上のような鉱物やガラスを採集するにあたり注意すべき事項を以下に述べる。

(i) これらの鉱物がマグマから直接晶出した本質結晶なのか，または外来結晶なのか区別する必要がある。特に加熱されずにとり込まれた異質岩片の混入には特に注意を払わねばならない。水中堆積の凝灰岩などでは多量の外来結晶が含まれているので，本質岩片中の鉱物のみを集めるようにしなければならない。

(ii) 岩体が形成されて以後に蒙った熱履歴を吟味しておく必要がある。岩体が形成された後化石トラックが消滅する程の高温を受けたとすると，得られるフィッション・トラック年代は本来の岩石の形成年代より若い熱変質を受けた年代を示すことになる。

(iii) 特にガラスに関しては脱ハリ作用を受けやすいので新鮮な部分を探すようにする。

(2) 岩石粉砕

鉱物分離のための岩石粉砕の手順はジルコン，スフェーン，アパタイトなどの鉱物の場合次のようなものである。白雲母，ガラスの場合は一般に必要ない。

(i) 岩塊数kg をギロチン，ハンマーで約2～3cm 角の岩片に割る。柔らかい凝灰岩などはミキサーで十分粉砕できるので粉砕機を使用する必要がない。

(ii) 約2～3cm 角の岩片はジョー・クラッシャーで粉砕し，80メッシュで篩い分けする。そして粗いものはディスク・クラッシャーで再び粉砕し，細かいものは250メッシュでの水洗いにまわす。

(iii) ディスク・クラッシャーで粉砕し，80メッシュで篩い分けする。そして粗いものはもう一度ディスク・クラッシャーにかける。これでも80メッシュより粗いものは廃棄する。細かいものは250メッシュでの水洗いにまわす。

(iv) 80メッシュより細かいものはすべて250メッシュで水を用いて篩い分けして，80～250メッシュのものを集める。

(v) 乾燥器（80°C 以下）で乾燥させる。

(vi) 次の試料にとりかかる前に試料間の混合が起こらないよう粉砕機や篩の清掃を念入りに行う。

(3) 鉱物分離

(i)（重液分離）300～500ml ビーカーにブロモフォルム試薬を 1/3 程度入れて，これに粉砕試料を10～20g 程度入れる。数分間隔で3度攪拌し，軽鉱物を浮かせて，重鉱物をビーカー底に沈澱させる。その後軽鉱物はロ紙の上へかき出し，また残りの粉砕試料をブロモフォルム中へ入れる。試料がなくなるまで繰り返し，最後にビーカーの底にたまった重鉱物を回収する。

(ii)（磁選）まず磁石で磁鉄鉱などをとり除いた後，アイソダイナミック・セパレーターを side slope 20° にして電流を0.4，0.8，1.2mA に順次あげていって磁性鉱物をその都度とり除き最後に反磁性鉱物をあつめる。試料は十分磁選できるように少量ずつ処理する。

(iii)（重液分離）ヨウ化メチレン（比重3.3）を50ml ビーカーに 1/3 程度入れて，試料を数g入れて攪拌する。その後は (i) と同様とする。軽鉱物として主にアパタイトなどが集まり，重鉱物としてジルコン，スフェーンなどが集まる。

(iv)（洗浄）鉱物表面についているガラスなどをとり除くため 2N HCl で80°C 20分程度処理する。その後よく水洗いする。

(v)（手選）ジルコン，スフェーンなど各々の鉱物だけを集めるには実体顕微鏡下で観察しながら，楊枝の先端を細くさせて水をつけて1ケ1ケ結晶を拾い上げる。

(4) 鉱物の埋め込み（FEP テフロンまたはエポキシ樹脂）

ジルコン，スフェーンなどの鉱物を FEP テフロンへ埋め込める場合の手順は以下の通りである。

(i) ホットプレートを310°C に熱し，この上にスライドガラス（A）をのせる。

(ii) 実体顕微鏡下で鉱物結晶を10ケ程度並べたスライドガラス（B）を用意する。

(iii) FEP テフロンシート（0.25mm）を直径約1cm 程度の円形に切って，面のそりをなくすように2枚の凹面同志をくっつけて，スライドガラス（B）上の鉱物結晶にかぶせる。

(iv) FEP テフロンをかぶせたスライドガラス（B）をホットプレート上にのせ，温度上昇を待ってすでにのせておいたスライドガラス（A）をかぶせて，上からピンセットのうしろで押しつける。

(v) FEP テフロンが溶けて透明になった後数秒間押しつづけ，ホットプレートからおろす。

(vi) FEP テフロンは冷えるとガラスからはずれるので，鉱物を埋め込んだ反対の面に千枚通しのようなもので試料番号を書き込む。

アパタイト，ガラスなどをエポキシ樹脂へ埋め込める場合は次のような手順である。

(i) ホットプレートを100°C にし，その上に時計皿などの容器をのせてエポキシ樹脂（二液混合型）を

混合する。

(ii) プラスチック管やガラス管を輪切りにしたものを準備する。

(iii) スライドガラス上にアパタイトやガラスを並べて，(ii) で用意した輪切りをかぶせる。

(iv) この輪切りにエポキシ樹脂数滴たらす。

(v) たいていのエポキシ樹脂は常温で十分固化するためには18時間程度かかる。十分固結した後，研磨作業にとりかかる。

(5) 研磨

(i) 鉱物試料を埋め込んだ FEP テフロンまたはエポキシ樹脂を研磨用の把手にシアノボンドまたは両面テープで粘着させる。

(ii) シリコンカーバイト研磨紙1500番を用いて反射顕微鏡下で観察しながら鉱物の表面を10μ 以上削り落とす。

(iii) ダイヤモンドペースト (A), (C) を用いて DP クロス上で各々数分ずつ研磨して，擦痕のない研磨面を作成する。

(6) エッチング

代表的な鉱物のエッチング条件は下記の通りである。

〔ジルコン〕

腐食液：NaOH (7.2g) と KOH (10g) の共融体

温　度：200°C

時　間：4～48時間（トラック密度の高いもの程短時間）

容　器：テフロンビーカーなど

〔スフェーン〕

腐食液：50M NaOH (NaOH 40g, H_2O 20g)

温　度：130°C

時　間：10～60分

容　器：ステンレスビーカーなど

〔アパタイト〕

腐食液：7％ HNO_3

温　度：25°C（または室温）

時　間：20～40秒

容　器：ガラスビーカーなど

〔白雲母〕

腐食液：48％ HF

温　度：25°C

時　間：5秒～15分

容　器：プラスチックビーカーなど

〔ガラス〕

腐食液：48％，24％ HF

温　度：25°C（または室温）

時　間：5秒～1分

容　器：プラスチックビーカーなど

(7) 熱中性子線照射の試料作成

(i) 白雲母結晶をまず厚さ0.05～0.1mm にしてから，埋め込んだ鉱物をおおいかくす程度の大きさに

切る。その時，あとの観察の時便利なように不等辺台形に整形しておくとよい。

(ii) 鉱物を埋め込んだ FEP テフロンまたはエポキシ樹脂を石けん水，蒸留水，アルコールで順次洗浄する。

(iii) マジックテープを実験台の端につけ長さ20～30cm に切る。これに不等辺台形に整形した白雲母片を粘着させ，ピンセットで劈開を利用して薄く剝がすときれいな面をもつ白雲母片がとれる。この面を下にして試料台（鉱物を埋め込んだ FEP テフロンまたはエポキシ樹脂）に被せる。

(iv) 白雲母と試料台とを密着させるためマジックテープ（2～3cm 長）を上から押しつける。試料台からはみだした余分なテープは鋏で切り落とす。

(v) 熱中性子線量モニター用として照射容器の頂面と底面に入れる標準ガラスも同様に洗浄し白雲母を密着させる。

(vi) 安全ピンで白雲母と試料台に2列に3ケずつの穴をあけておく。これは後で顕微鏡下で鉱物を探す上で役に立つ。

(vii) 各々の照射容器に入れた試料の番号，厚さ，照射条件などを記録しておく。

(viii) 日本国内で熱中性子照射できる施設は立教大学，京都大学，日本原子力研究所の各原子炉である。

(8) 照射後の処理

(i) 原子炉で熱中性子線照射した直後の試料は高い放射能がある。これはたいてい半減期の短かい元素が放射化された結果なので，数週間程度放射線管理区域に保管する。原子炉の管理者に試料の放射能が零になったことを確認してもらった後，試料を持ちかえる。

(ii) 実験室に持ち返った照射試料を紙タオルの上に置き，蓋を開けて，標準ガラス，白雲母，試料台を取り出す。白雲母についているマジックテープはエッチングの際はずれるのでそのままにしておく。

(iii) 標準ガラスに密着させた白雲母をエッチングする。プラスチック容器に白雲母をテープ側を下にして置き，48% HF を注いで25°C，1時間の条件でエッチングする。

(iv) 白雲母を蒸留水とアルコールでよく洗った後，ホットプレート上で残っている HF を蒸発させる。

(v) きれいなスライドガラスの上に標準ガラスに密着させた白雲母をエポキシ樹脂ではりつけ，スライドガラスの端に標準ガラスの番号と照射容器の番号を記入しておく。

(vi) 鉱物を埋め込んだ FEP テフロンに密着させた白雲母は，テフロン，テープとともに端をカットする。するとテフロンとテープのついた白雲母に分かれる。

(vii) 白雲母を48% HF で25°C，11分間エッチングする。

(viii) 白雲母を (iv) と同様に洗う。

(ix) スライドガラス上に FEP テフロンシートと白雲母を左右対象の関係になるように並べてシアノボンドではりつける。

(9) フィッション・トラックの計数

(i) トラック数を測定する場合，試料が透過光のものであれば生物顕微鏡（偏光顕微鏡でも可）を，不透過光であれば反射顕微鏡を用いる。各々の顕微鏡の接眼レンズに1 mm^2 を100等分した方眼ミクロメーターを入れて，単位面積あたりのトラック数を測定する。

(ii) 鉱物およびその外部検出材としての白雲母のトラック計数は生物顕微鏡で対物レンズ100倍（浸液使用）接眼レンズ10倍を用いて行うとよい。

(iii) 標準ガラス及びその外部検出材としての白雲母のトラック計数は落射顕微鏡で400～600倍で行うとよい。

(iv) 熱中性子線量を決めるためには測定誤差の上から1000ケ以上のトラックを測定した方がよい。線量は照射容器の底部と頂部でかなりの差があるので，底部，頂部においた標準ガラスのトラック密度差から線量勾配を求める。照射容器の中間部の試料の線量はその比例配分から求めることができる。標準ガラス

としては National Bureau of Standards glasses (SRM 961, 962, 963, 964) を用いるとよい。

(v) トラック数を測定する場合，自発核分裂トラック数と誘導核分裂トラック数は同じ結晶粒の同じ場所で同面積測定する。外部検出材としての白雲母には鉱物結晶の周辺から低角で入射した誘導核分裂トラックが分布しているので，この部分は測定面積から除外しなければならない。

(10) 統計処理

フィッション・トラックは極めて稀にしか起こらない事象なので，フィッション・トラックの起こる確率はポアッソン分布に従うと考えられる。ポアッソン分布は次のような数式で表現できる。

$$f_a(n)=\frac{a^n e^{-a}}{n!} \quad (7)$$

但し

n：サンプル数

a：平均値

$f_a(n)$：n が起こる確率

McGEE and JOHNSON (1979) は外部検出材を用いる方法の年代誤差を以下のように4つの部分に分けて考察した。

(i) 全測定トラック数による測定誤差 E_o は以下のように求められる。

$$E_o=\sqrt{\alpha^2+\beta^2} \quad (8)$$

但し

$\alpha=\frac{1}{\sqrt{\Sigma f}}$ （Σf＝全自発核分裂トラック数）

$\beta=\frac{1}{\sqrt{\Sigma i}}$ （Σi＝全誘導核分裂トラック数）

(ii) 自発核分裂トラックと誘導核分裂トラックはともにウラン濃度分布に規制される。そこで同結晶粒内での両者のトラックの対応関係を相関係数 r として求める。

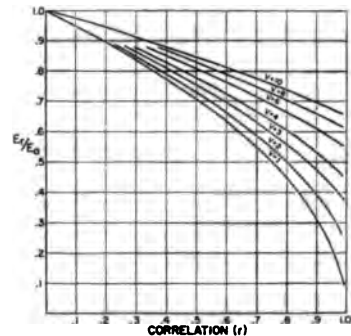
(iii) 第3図に示した "Magic Ratio Graph" を用いて E_o を補正し E_r を求める。Vは自発核分裂トラック数と誘導核分裂トラック数の比率を示している（相対的に小さい方を分母とする)。

(iv) 年代誤差は以下のように求める。

$$E_a=\sqrt{(E_r)^2+(E_g)^2} \quad (9)$$

但し

$E_g=\frac{1}{\sqrt{g}}$ （g＝標準ガラスの全測定トラック数）

E_a＝年代誤差の標準偏差値

第3図　Magic Ratio Graph (NAESER, 1976)

IV. フィッション・トラック年代値の公表に関する標準化

第4回地質年代学・宇宙年代学・同位体地質学に関する国際会議ではフィッション・トラック分科会が初めて開かれた。その時フィッション・トラック年代値の発表において，その記載型式がばらばらであったり不完全なものが多いので，データの標準化に関する勧告を出そうということが討議された。これを受けて NAESER, *et al.* (1979) は表題のような論文を勧告文の原案として提出した。この原案ではフィッション・トラック年代値の発表においては第1表に示したような表をつけるよう勧告している。表の記載項目は以下の通りである。

(1) 試料番号または登録番号

(2) 測定試料の鉱物名

第1表 フィッション・トラック

(1)	(2)	(3)		(4)	
Sample code	Mineral	ρ_s		ρ_i	
		tracks/cm²	tracks*	tracks/cm²	tracks*
1. 72N8	zircon	4.77×10^6	(1061)	11.13×10^6	(1237)
2. 72N8	apatite	1.71×10^5	(357)	3.79×10^5	(789)
3˙ FT-2	apatite	4.44×10^5	(926)	2.49×10^5	(518)
4. Moldavite (natural state)	glass	9.57×10^3	(521)	1.06×10^5	(750)
5. Moldavite (after 1hr at 350°C)	glass	4.83×10^3	(269)	4.98×10^4	(307)

$\lambda_F=7.03\times10^{-17}$ yr^{-1}; $^{235}U/^{238}U=7.252\times10^{-3}$; $\sigma_f=580\times10^{-24}$cm².
* Number of tracks actually counted to determine the reported track density (or the
† This notation indicates that different numbers of fields of view were counted in deter-
second number), respectively.

(3) ρ_s（自発核分裂トラック密度　トラック/cm² と実測トラック数）。もしアニーリング補正を行った場合は使用した方法（プラトー法，トラック径・トラック長測定法）を明記する。

(4) ρ_i（誘導核分裂トラック密度　トラック/cm² と実測トラック数），外部検出材を用いた場合は 2π Geometry となるので注意する。

(5) Φ（熱中性子線量　neutrons/cm² と標準ガラスの誘導核分裂トラックの実測数）

(6) T（年代）普通百万年単位で表示する。

(7) S（算出年代の誤差の標準偏差値）できれば±2S で表わした方が望ましい。

(8) 試料の大きさ：年代を決めるために測定した結晶数または面積，ρ_s, ρ_i を求める結晶数または面積は同じである方がよいが，異なる場合は第1表の sample 4，5のように表現する。

(9) r, $\bar{s}'$：外部検出材を用いた場合は自発核分裂トラックと誘導核分裂トラックの相関係数 r を求める。ポピュレーションの場合は誘導核分裂トラックの計測における平均値の相対標準誤差 $\bar{s}'$ で表示することとする。

$$\bar{S}'=\frac{S/\sqrt{n}}{\bar{x}}\times100 \qquad (10)$$

但し

$\bar{x}$：平均値

s：標準偏差

n：結晶数

(10) U (ppm)：試料全体の真のウラン濃度は求められないが，参考値としてつけ加えておく。

NAESER, *et al.* (1979) はまた上記の表の他に次の事項についても論文中に明記するよう勧告している。

(1) 試料の年代を算出するにあたり λ_F (^{238}U の自発核分裂定数)，I（ウランの同位体比）σ_F (^{235}U の誘導核分裂の核分裂断面積）としてどんな数値を採用したか明記する。

(2) 中性子線量はどのようにして決められたか明記する。

(3) 年代測定法としてどの方法を採用したか。

a. ポピュレーション法

b. ひき算法

c. 外部検出法

d. 再エッチング法または再研磨法

年代測定表の例 (NAESER, *et al.*, 1979)

(5)		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Φ		T Myr	±2s Myr	Number of grains or fields	r, s	U ppm
neutrons/cm²	tracks*					
1.05×10^{15}	(2216)	26.9	1.2	6	0.989(r)	310
1.13×10^{15}	(2345)	30.5	3.9	50	4.8%($\bar{s}$)	11
1.03×10^{15}	(2163)	109	12	50	14.9%($\bar{s}$)	7
2.68×10^{15}	(2832)	14.5	1.7	200/100†	3.63%($\bar{s}$)	
2.68×10^{15}	(2832)	15.5	2.6	299/50†	6.88%($\bar{s}$)	

neutron fluence).
mining the fossil track density (the first number) and the induced track density (the

(4) 年代誤差はどのようにして算出したか。
(5) 自発核分裂トラックのアニーリングについて吟味したか否か（トラックの長さ，幅の測定）

引用文献

FLEISCHER, R. L. and PRICE, P. B. (1963) : Charged particle tracks in glass. *Jour. Appl. Phys.*, **34**, 2903-2904.

——, ——and WALKER, R. M. (1965) : The ion explosion spike mechanism for formation of charged particle tracks in solids. *Jour. Appl. Phys.*, **36**, 3645-3652.

——, ——and——(1967) : Criterion for registration in dielectric track detectors. *Phys. Rev.* **156**, 353-355.

——, ——and——(1975) : Nuclear Tracks in Solids; Principles and applications. *Univ. of Calif. Press, Berkeley*, 605p.

McGEE, V. E. and JOHNSON, N. M. (1979) : Statistical treatment of experimental errors in the fission track dating method. *Math. Geol.*, **11**, 255-268.

NAESER, C. W. (1976) : Fission track dating. *USGS Open file report.*, **76-190**, 1-17 and 1-28.

——, GLEADOW, A. J. W. and WAGNER, G. A. (1979) : Standardization of fission-track data report. *Nuclear Tracks*, **3**, 133-136.

NISHIMURA, S. (1975) : On the value of the decay constant for spontaneous fission of uranium-238. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. & Mineral.*, **41**, 15-19.

PRICE, P. B. and WALKER, R. M. (1962) : Chemical etching of charged particle tracks. *Jour. Appl. Phys.*, **33**, 3407-3412.

——and——(1963) : Fossil tracks of charged particles in gneiss and the age of minerals. *Jour. Geophys. Rev.*, **68**, 4847-4862.

坂上正信(1973) : 粒子トラックとその応用，化学の領域選書，6，南江堂，206p.

SILK, E. C. H. and BARNS, R. S. (1959) : Examination of fission fragment tracks with an electron microscope. *Phil. Mag.*, **4**, 970-971.

THIEL, K. and HERR, W. (1976) : The ^{238}U spontaneous fission decay constant re-determined by fission tracks. *Earth Planet. Sci. Lett.* **30**, 50-56.

WAGNER, G. A., REIMER, G. M., CARPENTER, B. S., FAUL, H., VAN DER LINDEN, R. and GIJBELS, R. (1975) : The spontaneous fission rate of U-238 and fission track dating. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **39**, 1279-1286.

YOUNG, D. A. (1958) : Etching of radiation damage in lithium fluoride. *Nature*, **182**, 375-377.

(1980年7月28日受理)

地学雑誌 90, 3 (1981)

VARNES 氏による地質図の論理と，その土地分類基本調査との比較

黒 田 和 男* 石 井 武 政*

Notes on VARNES' Logic of Geologic Maps, 1974 and its Comparison with that of Subsurface Geological Maps in Japan

Kazuo KURODA and Takemasa ISHII

はじめに

American Geological Institute 版の Glossary of Geology によれば，Engineering Geology とは，エンジニアリングの実務，とくに鉱業と土木工事に適用される地質学である。Association of Engineering Geologist (1969) の定義に従えば，土木構築物，地下水資源の開発における選点，計画作成，設計，建造，作業実務，維持管理を遂行していく場合に対する検討に，天然に形成された岩石と表層物質および地下水に関する地質学的データ，手法，原理を適用することである。これらのデータ，手法，原理は，エンジニアリング実務に供するために，適宜に認識され，妥当に判断され，利用され，提供される。

本稿の中心となるものは，DAVID J. Vavid が，1974年に USGS Professional Paper no. 837 に発表した「The Logic of Geological Maps, with Reference to their Interpretation and Use for Engineering Purposes」の解説である。この論文の完訳は，幸いにも著者 VARNES 氏の快諾のもと「地質ニュース」に掲載されることになったので，ここでは論文の要約を中心に，日本で昭和29年以来実施され，その成果が出版されて来た土地分類基本調査との比較を述べることにする。

ここで注意して頂きたいのは，日本の土木地質図が，おそらく土木建設サイトの計画，設計，施工などの工事実務に必要な1/500～1/5,000の地質図としての内容をもち，岩盤分類も，地質学で一般に用いる岩石名とは全く離れた分類基準をもっているのに対して，VARNES 氏の扱った地質図類は，土地利用計画に関係した1/10,000又はそれ以下の小縮尺の図面の内容をもっていることである。ちなみに UNESCO (1976) による Engineering Geological Map の定義に従えば，engineering map では1/10,000以上が大縮尺の範囲に入っている。

もう一つ，アメリカでは，1970年頃から都市開発のためのいわゆる Environmental geological study (環境地質学的検討) が盛んに行なわれ，その成果報告書が，各州の地質調査所や担当部局から発行されて来た。それらの報告書の付図には多くの地図が折り込まれており，VARNES 氏がこの文章の対象とした「土木地質図」は，そのような地質図類を指している。筆者は，それらは一般の開発計画や環境保全に関する課題を解決するための基礎データを提供する「環境地質図――Environmental geological map」と呼ぶ方がふさわしいのではないかと考えている。ただ「The Logic of Geological Maps‥‥」は，1974年に出版されたものであり，その頃の事情と今日の事情とはまた異なったものであるが，著者 VARNES 氏も土木地質学あるいは環境地質学が現在のように発展するとは思わなかったかも知れない。

なお，本稿では，混乱を避けるために「The Logic of Geological Maps‥‥」の著者 VARNES 氏を

* 地質調査所環境地質部 Geological Survey of Japan

著者，本稿の著者である黒田・石井を筆者と呼ぶことにする。

I. 「地質図の論理――土木地質のための解釈と利用」について

Maps and Maidens—
They must be well-proportioned and not too plain;
Colour must be applied carefully and discreetly;
They are more attractive if well dressed but not over dressed;
They are very expensive things to dress up properly;
Even when they look good they can mislead the innocent;
And unless they are very well bred they can be awful liars!

(WILLATTS, 1970)

この詩文の引用に始まる David. J. VARNES の，「地質図の論理――土木地質のための解釈と利用」は，次の各章・節から構成されている。

分類の全般的特徴とマップ
　ユニットあるいは個体
　分類の方法
　基本的属性のマッピング
　分類における目的性
マップ上の情報
マップに係わる作業
　総描
　選択
　付加と重ね合せ
　変換
　要約
分析および問題点
　マップに係わる作業における本質的属性の同定
　類型的特殊化
　相互関係にもとづく図示単位
　図学についての提言
土木地質図改善のための提案
　関連性
　明晰さ
　批判的評価
　創造性
結論

論文の内容は，マップを構成する図示単位の定義や内容を明らかにし，情報の伝達手段としてマップがどのように機能しているかを実例によって示し，土木地質図を作成する際に改善しなければならない点を述べている。従って，論文は全般にわたって多分に抽象的，哲学的ではあるが，その対象は応用地質図作成の経験のある人々や，地質図の図示単位を定義する思考の過程に関心をもつ人々，あるいは土木地質その他の目的に一般地質図から地質学的データを，どのように引き出し活用するかを考え指向している地質学者に置いて書かれているようである。

次節以下に，その内容を要約してみる。なお，本文中に一般地質図と書いたものはふつう私達が言う地質図，地質図類とあるものは一般地質図から出発した応用地質図あるいは特殊目的の主題図を称する用語である。

(1) 分類と図示単位とマッピング

分類とは，無秩序な対象物の中の一群が共通の性質のもとに一括されることである。未確認の対象物を，適切な分類の中に配置することを同定といい，分類の過程にあって，個体の性質や特徴を明確に指摘するものあるいは個体間の相互関係を示すような性質を，著者は属性という言葉でまとめている。

地質図類の図示単位の設定は，地質に関する対象物——地層や岩体——を分類することに始まる。そこで地質図類を作成するには，まず複雑な内容・構成をもった地層や岩体について，図示単位を定義するのに必要で十分な属性を分離・同定することが必要である。

属性には

1) 存在しているか欠如しているかという絶対的なもの
2) 質または量で測定することが可能なもの
3) 空間や時間の中で，一定の状態を保っているもの，あるいは変化しているもの
4) 空間や時間の中で，相互に依存し関係しあって，共に変化していくもの

と様々のものがあるが，どのように複雑な対象物であっても，多くの属性の中には特定のものが，少なくとも一つはある。その一つの属性とは

・本質的ではあるが独特ではないもの
・独特ではあるが本質的ではないもの
・本質的でも独特でもないもの

のどれかに位置づけされる。もし何らかの特定の性質が見出されない場合には，分類に十分な属性の定義は，全体を総括してみた類似性ということで行なわれる。

地質図類の場合，対象物となる地層や岩体は非常に複雑な成分の組合せであるため，図示単位を定義する属性は，すべての成分に対して必らずしも共通するものでなく，独特のものでもなく，総合化された類似性で定義される場合が多い。

属性には，次の4つのカテゴリーがある。

1) 時間的属性　　化石の記録，地質年代，同時面（凝灰岩層等の鍵層）等
2) 空間的属性　　三次元的な幾何学的境界面
3) 類型的属性　　質または量で測定できる性質
4) 相関的属性　　幾何学的，時間的相互関係

以上の属性は，たとえば地層命名規約の中にも自然に組み込まれている。岩相層序の単位は，類型的性質だけが強調されているけれども，実際は地質時代，他の層序区分単位との幾何学的相互関係などの他の属性が，必然的，無意識的に組み込まれているのである。

以上のことを念頭に入れると，地質図類の図示単位を定義するには

1) 設定する図示単位の目的を確認し，時間的，空間的，類型的，相関的カテゴリーを割りあてる。

2) 各カテゴリーの本質的属性を，様式に従って記載する。その記載は，図示単位を定義するのに必要かつ十分な特徴を明確にするものでなければならない。そうして，それぞれの特徴は，相互に矛盾してはならない。

3) 地質図類の目的を達成するには，どの程度にまで不均質性が許容できるかを決定する。この不均質性は，各属性ごとに程度を異にしているが，土木事業を前提に考えた場合，均質・不均質の程度は，非常に重要な意味をもってくる。

このようにして設定された図示単位を，平面的に線引きするのが，マッピング（mapping）である。従

って

1) 均質ないしは目的に合致する不均質性をもつ地域の輪廓を示す2次的な区画を線引きすること

2) 輪廓でかこまれた区画が表わす本質的属性を，記号・地紋・色彩そして文章で説明すること

が，地質図類の作成上どうしても抜くことのできない作業である。換言すれば，マッピングとは，均質の地域，あるいは要求される目的に対して許容できる程度の不均質性の範囲で，地域を線引きすることである。目的どおりに作られた地質図類の図示単位は，不均質性の最も少ない地域的実体である。

(2) 図示単位の設定と作図法

地質図類は，ある地域が占めている属性について詳細な情報を与える一方で，特定の属性を示すすべての地域の位置・分布を正しく提供するという両側面をそなえている。換言すれば，地質図類を作成するには，図面として描かれている中の小地域について正確な説明ができるように図示単位を設定，作図すると同時に，小地域を一段階大きな単位の中にグルーピングするという作業を含んでいる。

任意の，無秩序に存在している個体が，新らしくより包括的な個性をもった集合体へと溶けこむことができるような内容や，個体を定義あるいは認識することのできる概念をもっている時，分割とグルーピングという相反する作業が行なわれる。

一般に，地層や岩体のように地質学の分野で取扱われる個体は，無数の属性をその中に保有しているとみられるので，どのように分類しても，必ず中間的な個体が存在する。しかし，属性の中でもある種の特徴は，範囲または程度があるので，様式に従って現象や対象物に関する数値を特定するという測定によって，正確に特質を記載することができる。

グルーピングとは次に記すことである。すなわち，個体には多数の属性が定義され，それらの属性が定量的に測定される時には，データマトリクスが作られる。このデータマトリクスの中から特定の性質を走査してグループを組み立て，新らしく形成されたマトリクスを，空間的な様式に従って，実世界と相似性をもった図面として表現する。このようなグルーピングという操作によって，新らしい図示単位が次々と定義されて行くが，グルーピングが進むにつれて，次第に凝縮されていくグループの説明は，より一般的なもの，包括的なものとなる。ある時点で，図面の目的のために設定したいグループの説明に関して，最大限に許容される不均質性をもつグループにつきあたり，そこでグルーピングによる作図の過程は完了する。グルーピングによって作られる図面では，基本的には地域が重複することは許されない。

分割による作図では，作者が意図する分類の目的に対して，最も重要な分類体系が最初に作られる。したがって，最初の段階で，分割のための判断基準と属性の選択は非常に重要となる。分割は，細部にわたって，目的に対して焦点を合わせながら進められていく。

一般に，分割による地質図類の作成では，既に描かれた境界の削除や修正を除いて，単に境界をつけ加えるということになり，分割はある限界以上に不均質性が減少できなくなる時点にまで，あるいは実務的，経済的に図示単位の細分が不可能になるまで続けられる。分割の判断基準は，作業の出来るだけ初期に定められるが，広範囲の予察的踏査や写真地質学的作業などがこれの手助けになる。次いで標本的地域の分割による分類に入り，ここで作成された分類計画をもって，属性の最高ランクのものから，二分法の過程によって空白地域を順次分類して行く。作成中途で，新らしい属性を発見することや，新らしい図示単位の認識はよくあることであり，基準の修正や図面の訂正はしばしば行なわれる。

(3) 土木地質図作成の手順

私たちは，ある特定の目的に対しては，土木地質に関する情報を，一般の地質図から，新らしい線を引くとか，地質図の図示単位を基本的な要素に分解し，別の形に編集するということもなく引出すことができるという考えを受入れて来た。

その前提となることは，

1) 地質図の図示単位は，自然の図示単位である。

2) これらの図示単位は，自然の生成過程をもち，類似の環境要素と環境過程を受けてきた。

3) したがって，そのような図示単位は，一般に多くの属性を含んでいるので，図示単位は，多様なあるいは一般的な目的に対して均質のものである。

地質図の図示単位は，成因，年代，岩相などで示されている。土木地質学者はその中から，ある特定の目的に対応する図示単位と，その図示単位についてその特定の目的に対する工学的あるいは行政的判断に必要な，作業，用途，挙動などの実務的性質とを推測しなければならない。このような連続的な推測を行なうには，原図の上に，取得されなければならない情報が，できるだけ詳細に描かれているかどうかにかかっている。

しかし，土木技師や土地利用計画作成者にとっては，一般地質図を上記のような過程で推測するのではなく，特定の目的について重要な性質を示している地質図類が必要である。このような地質図類は，今までに多くの方法で作られて来た。その方法は，以下に記すとおりである。

a) 総描 (Generalization)　これは単純化と称してもよい。地質図類作成上必要なことは，図示単位を説明している詳細な記載が，既に説明文や別の形で存在していなければならない点である。もし，詳細な記載が手近になければ，総描という単純化の操作はできない。ここで空間的境界は，単純化された形で平滑にされ，不必要な属性は不均質になり，とくに境界付近ではその不均質性が著しくなる。以上の理由から，大縮尺の図から小縮尺の図を編集するには，総描によって行なわれるが，逆総描は理屈の上からは不可能である。それにもかかわらず逆総描や派生図の作成が行なわれているのは，属性の共変に関する推論の利用と，経験にかかっているといえる。

b) 選択　選択とは，情報を識別して選び出す過程である。それは図面の作成に当って，図の概念を定めることから最後の印刷段階に至るまで，浸透させなければならないものであり，かつ最終的には，望まれる情報が効果的に表現された作品を生み出すべき操作である。もし，既存の地質図の中に，選択に必要なだけの属性が述べられていなければ，他の明確に記述されている属性との共変関係についての経験と判断から，この属性の存在を推測しなければならない。

c) 付加と重ね合せ　図示単位は，それぞれの定義をもっている。その定義には，単純なものもあり，複雑なものもある。このような図示単位に新らしい情報を付加させる過程には，既知の属性と，検討対象地域とを関連づけること，付加させる属性と，既知の地域とを関連づけること，空間的あるいは類型的属性に関連した情報を，新たに加えること，この3つが考えられる。この中で，第2の段階，すなわち，一枚の図に他の図を付加させることを重ね合せといい，土木地質図作成の過程で，しばしば用いられている。

d) 変換　変換とは質を変化させる過程であって，一般的には，輪廓，地域，記号などを利用者が理解しやすい形にもっていくため，既存データの記載や再グルーピングを行なうが，新らしいデータの付加は含まれていない。変換には記号の変化，縮尺や投影法あるいは投彩の変化のほか，地点の情報を地域の情報に拡張する空間的外挿法，2つの図示単位のうちの1つがある特徴をそなえている上に別の特性も兼ねそなえている場合，他のグループもある特徴がそなわっているから別の特性も保有しているであろうという，類型的外挿法などがある。外挿法はある特定の目的をもった土木地質図を作る際に，しばしば用いられている。

地質図の図示単位の中でも，岩相層序区分単位にもとづくものは，岩相とその作図可能性に支配されて定義される。要するに，採用されようとする縮尺で，時間的にも空間的にもさらに類型的にも，相関的にも最小限の不均質さが十分に作図できること，または2つ以上の図示単位の間に，多くの岩質からなるきわめて不均質な図示単位が挟まれるということで，作図が行なわれる。後者の“きわめて不均質な”図示単位の本質的属性は，定義によって描かれた他の図示単位の境界線の間に存在するということであるから，これを土木地質図としての意味をもつ図示単位に変換するという事は，非常にむずかしい。

(4)　垂直方向の図示

土木地質図における最大の難問のひとつは，地表付近の層序あるいは岩相の垂直的な移り変りの状態を，平面図として図示することである。これらの地質単位は，短距離の間に薄くなったり厚くなったり，指交したり，侵食面で切られたりしている。このような相互関係は，断面図，ブロックダイヤグラム，フェンスダイヤグラムで示すことができる。しかし，平面図で示すことは容易ではない。その作図法には，次のものがある。

1)　上位の地質単位の地紋や色彩を，下位の地質単位を表現する色彩または地紋にかぶせる。この方法は最も簡単であるが，その適用には限界がある。

2)　地質単位の境界を，地表以外の面を基準に描くもので，その基準面を，一定の高度に置く（レベルマップ），地表面下の一定の深度に置く（相対深度マップ），地質学的層準面に置く３通りの方法に分けられる。このような図示（アンカバードマップ）で普通に使用されるものは，表層堆積物と風化生成物を除いた時に基盤岩がどのように現れるかを図示する地質図類である。

3)　下位層を，淡い平行縞状の色彩や模様で示すもので，上位層の地紋や色彩は，平行縞で中断されている(ストライプマップ)。これは，せまい地域の複雑な相互関係とくに，地表下の図示単位を断面図的に連続して示すことができるので，段丘が発達する地帯の表現に便利である。作成例は，PASEK(1968)の中に引用されている土木地質分帯図である。

4)　地層の特殊な重なりを示すために，特別の色彩や地紋を用いる方法で，図面上の色彩や地紋は，露出している地層ではなく，地層が重なり，組合った結果を表現している(ユニタイズドマップ)。この方法は，農業土壌図でよく見られる。作成例としては，ROCKWAY and LUTZEN (1970) による土木地質図がある。

5)　断面凡例図 (profile-legend-map) といわれている，一種のユニタイズドマップである。例示は，オランダ地質調査所が完新世と更新世の堆積物の様々な相互関係を示している図面 (RUMMELEN 1965) で，あらゆる地層の組合わせの可能性を考え，地紋と色彩を適宜に選択しながら，凡例を作っている。この方法は，まだ試行中であり，改善の余地があると思われる。

(5)　土木地質図改善のための提案

地質学者は，自分自身がもっている事実と推論を，人々の要請に対して相手が満足するまで十分に，伝達しなければならない。その伝達の内容とは，

1)　利用者がもつ問題と，それに対して下さねばならない決断に対し，何が必要かを認識させる。

2)　利用者が，数通りもある選択の道から決断を下すために必要な地質学的知識を，直ちに利用できる形で呈示することである。ただし，一般的に，地質に関する情報が決断にとって第一義的な時でも，決断すること自体は利用者の側にある。

土木地質学は，多くの人々に直接に影響を与え，かつ何をなすべきかを示唆する地球科学の中の実務的分野の１つである。従って，土木地質学は，人間関係の立法上の，司法上の，行政上の実行行為に深いかかわりをもっている。その中にあって，土木地質学者は，科学者として，地質状態の土木的重要性をどのように記述したら妥当であるかを，いつも考えていなければならない。そして土木地質図を進展させるためには，科学と法律との間に，さらに法律を作り，解釈し，施行する人々と，個人としての我々の地質学者との間に存在する，意志伝達の隔たりを埋めねばならない。その隔たりを埋める方法を，関連性，明晰さ，批判的評価，創造性に置いて述べてみる。

1)　関連性　社会の継続した発展に地質調査を対応させるために，とくに中ないし小縮尺の土木地質調査作業のためのプログラムは，環境科学のより大きな体系の中で，次のような事を組み入れねばならない。

a）人々の真のニーズに対応する地質図類の属性

b）社会の発展に対する応答の迅速性

c）方向と焦点を変える力

d）知識と技術の両面において，人々や社会のニーズ，地質学的条件が，人々に及ぼす影響とその過程，人々が地質環境に及ぼす影響とその過程，それらの変化の方向と速度を決定する力

私たちの関心は，未来に向かねばならない。そして遠い将来の"現実的"要求に沿うようにしなければならない。ある事象がそこに存在することだけではなく，どのような速さでどうなるかということも示さねばならない。このためには，それらが自然界の物理的経過過程だけではなく，社会経済の動きからも生じるということを理解する必要がある。

2）明晰さ　もし，人々が明晰に話し，書くならば，その人が誤解されるようなことはない。土木地質学者は，今日では土木技師の言葉を話すように，素人さえも理解されるような形で地質図類を作るように，所説の「論理的量を定める」ようにと言われて来た。しかしそれ以上に卒直に，論理的に，誠実に，要するに明晰に考え，書くことが重要である。

とは言っても，「不確かさ」を，種類と程度の両方について表現する図法を発展させるほどには致っていない。また，地質図の精度，再現性，信頼性の問題は，時々論じられてはきたが，注目を浴びることはなかった。しかし，著者は次のことを信じている。

a）よく描かれた図面は，空間的情報を言葉以上に効果的に伝える。

b）土木地質図の利用者は，地質データを利用する人々よりも，地点の属性および特定の属性をもつ地域の精度，そして図示単位の均質性に関心をもっているのが一般である。

c）土木地質図の利用者は，普通作図者が行なっている研究とは部外者の立場にある。従って「不確かさ」が示され，説明されていなければそれを評価する方法がない。地質学者が直観的に理解できると思われる問題も，文字と図表で説明する必要がある。

そのために，土木地質図にあっては，言葉よりも，むしろ多数の図示によって，「不確かさ」のタイプと程度を表現する配慮があってしかるべきである。

明晰さとは，言語，記号，図示などで，明確な意味を障害なく伝えることであるが，このことは，標準化によってかなりの程度にまで高めることができる。この標準化もさしせまったことであり，たとえば，コンピューター技術が，しだいに地球科学の分野で用いられ，その道の専門家によって運用されるようになるにつれて，もし，フィールドを主体とした地質学者が自分の言葉と表現しようとする概念を定義することを怠れば，それらは必然的に，データ処理を基本とする人々によって定義されてしまうことになる。

3）批判的評価　地質図類は，説得させる大きな力――地図催眠――をもっている。たしかに，多くの利用者は，描かれた地域の直接の知識なしには，図面の内容に疑問を抱くことはできない。

その中にあって，利用者が図面の信頼性を評価できる唯一の方法は，図面の内容に矛盾がないか調べることである。そこで作図者は，土地をどのように矛盾なく描写するか，その方法を工夫する必要がある。他にこれができる人はいない。

土地を評価する場合，対象物は比較的均質の性質をもつ空間的図示単位であり，主体は特定の人，団体，部局である。従って，図面の中にある「良好，有利，疑問，不適」などの語は，本来は利用者側が行なうべきものである。中ないし小縮尺の図面では，目的は土地利用の一般的方向を決めるためであって，個人の土地所有者が小区画の土地を利用しようとする場合に比較して，かなり異なった精度，重要性，信頼性をもつことになる。この注意書きは，小縮尺の地質図類には普通に見られるものである。

地質データから一連の地質図類を引き出す根本的な目的のひとつは，もともと多数含まれている潜在対象の数を減らすことであり，特定の目的に適したデータマップを描くことによって，特定の対象の評価をすることができる。例えば，デベロッパーのためにコンサルタントが提供する図面はそれで充分である。逆に地質図類の作成が政府機関などによってなされる場合には，一般公衆を対象にするため，多くの異な

った利用者に対して異なった意味内容を示すことになる。従って，図面上の言葉の使用には，注意すべき義務を負っている。役立つ地質図類とは，利用者の選択や意志決定の手引きとなる情報を与えるものである。地質図類が描き出されるまでの経過の正確で明晰な説明は，利用者を助け，誤解を防ぐものである。

4）創造性　ある特定の用途に対して地質単位の適性を判断する図面は，土地利用の型態が変化するにつれて，あるいは技術が進歩するにつれて，急速にすたれる可能性がある。地質図類は有効ではあるが，その寿命は短いかも知れない。そこで，図面を容易に修正しまた再生する方法を見出す必要がある。今まで説明して来た総描，選択，付加，重ね合わせ，変換などの操作によって，迅速，廉価にそのような修正，再生ができる形で，基本的属性に関するデータをもつことが重要である。

写真やリモートセンシング技術，コンピューターによる多種類のデータ処理・蓄積・検索・フィルタリング・再グルーピング・図示などは，有効に活用することにより，望まれる図面が意のままに印刷できるであろう。それにもまして，個々の基本的属性が示された地質図類があれば，どの属性が各用途に必要であり，重要であるかを割り振って，最も好ましい属性の組合わせを用いて，新らしい図示単位を作ることができる。

より基本的な成分へと，地質情報を分析的に細かくしていくことは，個々の要求に応じる情報の集積，総合，あるいは地域区分に先立って必要である。このことは，土木地質調査自体ばかりでなく，土木地質調査が環境全体にかかわる広範囲の考察へと統合されるにつれて，一層明瞭になって来た。

長期的には，パラメーターを用いた，あるいは要素によるアプローチが，今日用いられている環境調査における集積によるアプローチよりも優位に立つであろう。

我々は，測定されていない，また測定できない性質に関する情報を常に必要としている。点の情報を三次元へと外挿する最も確かな方法でなくても，地質および土壌の成因論的構造，組成，形成過程の知識が活用できるからである。そこで，標準的な地質成因論的マップは，たとえそれらが，むしろ少数の人々が興味を抱く特殊目的図であっても，空間的類型的情報のかけがえのない貯えを形成するものである。要するに，基本的に重要な地質図類は，基盤地質図，表層地質図，成因論的土壌図などであろう。

地質図は総合図である。それは，最も基本的な多方面にわたる利用に関しては情報ではない。それは総描であり，特定の目的に対する地質学者の地質の解釈である。輪廓・図示単位・記述は，他の目的を意図した分析に対しては十分に定義されていない。もし地質図が，要求される精度に対して適切な情報をもっていなければ，その目的に対しては，論理的に解釈できないし，またそうすべきではない。真実は，推定から作り上げることは出来ないのである。

作業一用途一挙動などの実務に関する図面は，地質成因論的図面から導き出せることもあるが，より確実には意図している用途に直接に関連した属性の地域的分布を示す図面から導き出すことができる。しかし，伝統的な地質情報の境界を描くのに比較して，描画は困難である。

図面作成に当って，縮尺・時間・費用・研究者の能力・利用者の数と知識水準などの要素は，すべて評価されなければならず，作図の大筋は，野外調査の開始以前に決定されていなければならない。このような理想的な計画作成は，おそらく可能であろう。

我々は，しばしば問題に関係してくるデータのすべてを収集する余裕もなく，決断の手助けを求められる。我々の責務は，よく記録されたデータと推定されたデータ，観察や測定した結果と解釈した結果との相違を明確に知らせなければならないことである。

以上，長文にわたる著者 VARNES 氏の論文を要約してみた。論文中には，多くの実例が引用され，読者の理解を助けているが，ページ数の関係等で省略したので，直接，論文を参照して頂きたい。

II. 土地分類基本調査の目的と表層地質図

昭和26年6月1日に公布施行された国土調査法の目的は，国土開発及び保全ならびにその利用の高度化

に資するため，国土の実態を科学的かつ総合的に調査することであった。換言すれば，日本国内全般にわたって，土地の量と質とを，科学的に調査する内容として，国土調査があり，土地の量は地籍調査に移行していくことになるが，土地の質については，将来の土地利用の可能性を見きわめるものであること，土地生産力の可能性を見きわめるものであることの２項目に焦点がしぼられた。土地利用の可能性は，土地の傾斜と谷密度によって決定されるが，この中で，谷密度が採用されたのは，たとえ土地が平均的には緩傾斜であっても，多くの谷筋で刻まれた土地は，利用に際して困難性が大きいということによるものである。土地生産力の可能性は，土壌の性質に求められるとし，ここに土地分類調査の中の地形調査と土じょう調査の骨格が，決定されている。

ちなみに，土じょう調査の目的は，昭和31年１月29日総理府令第３号の土じょう調査作業規程準則により，「主として国土の開発，保全及び利用の高度化に資するため，土じょうをその成因，形態及び性状に基いて区分し，その分布を明らかにすること」である。土じょうの区分は「層の特徴及び配列が類似し，かつ岩種及び堆積様式の類似した母材から生成した土じょうの一群」と定義された土じょう統と，「層の特徴及び配列がほぼ類似し，重要な生成因子を同じくする一以上の統」である土じょう類であって，この土じょう統，土じょう類が図示単位となって現在まで続いている。

地形調査は，昭和29年７月２日総理府令第50号による地形調査作業規程準則により，「主として国土の開発，保全及び利用に関係ある地形の性状及び分布状態を明らかにするための調査（地形の解析及び計測を含む）を行う」ことであり，成果品は水系図，谷密度図，傾斜分布図および地形分類図であるが，土じょう調査のように，地形の型態か成因かについては言及していない。しかし，別表の内容には，地すべり地形，崩壊地形，泥流地形，土石流地形，砂礫堆など，明らかに成因を検討しなければ図示できない図示単位が含まれている。

ところで，土地分類基本調査の項目の一つである表層地質調査が，土地利用可能性や土地生産力に関係しているとしても，その視点はもっと基礎の部分に置かれていたようである。昭和29年８月21日総理府令第65号による表層地質調査作業規程準則では，「主として国土の開発，保全及び利用に関係のある岩石の分布及び性状並びに地質構造等を明らかにするための調査」となっているものの，予察図の作成の条では，「水系・谷密度等を考慮して地形の開析状態を明らかにし，地形の主要素材である岩石の分布及び性状並びに地質構造を表示するように作成する」こと，さらに別表に岩石のかたさを表現することが要求されていること等から，まず岩種図であること，地形を規定している要素として表層地質と地質構造とを考えていることがわかる。土じょう調査では，岩石の種類が土じょう統に分類する要素であるから，逆に岩種図としての表層地質図は，土じょうの母材を表現した図示単位であると考えてもさしつかえない。

表層地質調査は，農林業および公共土木事業等の地域の開発，保全および利用に関係のある土地表面の岩石の性状およびその分布状態ならびに地質構造を明らかにするものである。従来の地質調査が，地殻の構造や地史学的事項の解明，あるいは地下資源（石炭・石油・金属・非金属鉱床等）の開発に主眼を置いていたのに対し，表層地質調査では，とくに地すべり，山くずれ，浸食，崩壊等の自然災害の発生に関係のある地質構造や，農林業における生産性や，公共土木事業に関連のある基盤岩石の工学的性質や地質構造をあきらかにするため，岩片のかたさ，岩体のかたさを強調しており，岩石の時代はどちらかといえば副次的な表現である。筆者は，表層地質図はむしろ単純に岩種図，あるいは英国の drift に相当する地質図とした方が適切な表現であると考える。

(1)　表層地質図の図示単位

国の機関による土地分類基本調査の一環として，昭和48年度まで実施されて来た表層地質調査の成果品は，縮尺５万分の１の国土地理院発行の地形図を基図として，表層地質分類を図示した表層地質図と，その説明書を含んだ簿冊であった。昭和49年度以降は，すでに一部の地域で実施されていた，都道府県による土地分類基本調査に完全に移行し，現在も年間30冊前後の成果品が，国土庁から発行されている。

筆者の一人である黒田も，永年にわたって表層地質図の作成に従事して来たが，この作成過程をたどってみると，次のようになる。まず，作業の開始に当って，予察図と編さん図を作ることになるが，結果的には，既存の一般地質図を，5万分の1地形図の上に転記編さんする事であった。幸い，日本の既存地質図は，岩相的層序区分単位にもとづいて作図されているものが多かったために，「岩種図」としての表層地質図への“付加のない変換”を容易に行なうことを可能とした。実際外国の，とくに安定大陸上の堆積物では，同じ岩相の中で多くの化石帯の識別が行なわれているために，「地質図」と「岩種図」とはかなり異なったものとなっている。但し，日本でも既存の基本地質図の図示単位の定義が年代的層序区分に近い古期岩類の地域では，“変換”は困難であった。現実には，経費との関係で，調査地域はできるだけ既存資料があり，土地分類基本調査の性格である，「一つの地域の基準となり得る表層地質図——もちろん土じょう図，地形分類図も」——が容易に作成できる地域が選定されていた事も，好条件であったと言わねばならない。

新第三系の地域では，基本地質図の図示単位である岩相層序区分と，表層地質図の図示単位との対応が，付表として添えられているが，これは“変換”の過程を示している。

次に，表層地質分類の特徴である岩石のかたさの表示では，準則の中で，岩片のかたさで6段階，岩体のかたさで6段階の区分があり，新鮮な岩石では a1，b2，c3，d4，e5，f6の表示を行なうようになっている。幸い，準則の中には，岩片のかたさに，たとえば「房州石が2」の例示があるので，この例示を基準に，主として建築石材の物理的・工学的試験値から自分なりの模式を設定した。さらに各段階の境界は，厳密な境界ではなく，大体のめやすであることから，さらに実際に岩片を採取して試験しても必らずしもそれが代表値であるとは限らないとの考えも加わって，表層地質分類の図示単位に新鮮な岩石のかたさの段階をあてはめることにした。すなわち，表層地質の図示単位に“変換”する際に，岩石のかたさをも“共変”させた。従って，図示単位の境界は，新鮮な岩石についての「かたさ段階区分図」に“付加を加えない変換”を行なって作成した図示単位に一致する。現地観察の結果，著しい破砕の認められた所では，岩体のかたさの段階を1段階落した表示を行ない，花崗岩については，深部風化帯の表現が，5万分の1縮尺では著しく困難（方法論的に困難というのではなく，時間と経費の関係で，作図に必要な試料や既存データの収集が困難であったこと）であったため，観察された場所について，e3のような“特別なランクの強調”を行なって表現している。山頂平坦面に発達する深部風化帯については，地形分類との“重ね合わせ”で図示単位の設定は可能であったが，断層破砕帯や山麓緩斜面上の深部風化帯では，多くの観察・測定データを“再グルーピング”して図示単位を設定しなければならず，結果的に作図が困難であった。その他にも，岩石のかたさの区分表示については多くの“変換”を行なっているが，ここでは省略する。

(2) 地下地質の表現

平地の地下地質は，従来の一般地質図ではほとんどが「沖積層」という図示単位で集約されていた。台地についても「段丘堆積物」あるいは風化火山灰で被覆されている時には「ローム層」で一括されていた。しかし，表層地質調査の準則に従えば，従来のような「沖積層」という図示単位は許されず，少なくとも準則に定められている「礫」「砂」「泥」「泥炭」に分類する必要がある。

表層地質図の図示単位を，今まで述べて来たように，土壌の母材と定めてしまうと，たとえば土地を網目状に区切り，一区画ごとに検土杖などで土壌の母材をさぐり，このデータをグルーピングすることによって図示単位を設定し，表層地質図に仕上げることは可能である。一方，平地表層部の地質構成は，海岸平野では最大海進期以後の海退にともなって形成されたものであり，現在の地形型態とも一致することから，逆に空中写真等で地形区分を行なって，これを表層地質の図示単位に変換するという，分割と変換による作図方法があり，実際にこの方法によって設定された図示単位をもっている表層地質図もある。しかし，土地分類調査の成果が，地形分類・表層地質・土じょうの3つの基本図の組合せとなっている時には，地形分類図や土じょう図によって判断がつくので，とくに後者の方法では，表層地質図としての意味は半

減してしまう。

日本のように，国土の約70%が山岳地帯であり，分断された僅かの平地，台地が主要な生産活動や居住地となって，それが次第に丘陵地帯へと進行している状況では，土地利用計画や再開発計画を立てるためには，今までの一般地質図がほとんど一色で扱かって来た地域を，かなりの図示単位に分類して，地質図を作成する必要があり，表層地質図がその任務を負わされていたのである。

表層地質調査作業規程準則では，平地における地層の垂直的分布を表現するために，基礎地盤地質調査や深井戸掘さくによって得られた地質柱状図，およびその地点を図幅内に表示することによって，少なくともその地点の周辺における地下地質を表現することになっている。地下地質を調査するために系統的な試錐を実施するのが，最も理想的であろうが，あえて言うならば現在でもこの実現は困難であろう。しかし，既存の地質柱状図は，あくまでも「他の目的のために」掘さくされた，フォアマンによる柱状図であり，筆者は，原資料に何の注釈も変換も加えることなく，表層地質図の利用者に提供するのが，最も親切な提供方法であると考えている。

VARNES (1974) の分類によるアンカバード，あるいはユニタイズドの図法は，表層地質図にも使用されて来た。たとえば，表層地質図「長岡」では地表下5mの深度に礫層のある範囲を図示したものは，地下に伏在する旧河道を示す別の表現法であると共に，建築物の基礎地盤条件や帯水層の位置を示し，これに地表下10mの深度に礫層のある範囲を図示したものと併読すると，礫層の垂直的なひろがりが判断できる。もっとも，このような図面を作るには，系統的に掘さくされた調査成果が必要なことは言うまでもない。また，別の表層地質図では，例えば「川島」のように地表下10mの位置に粘土層が分布する範囲を示し，いわゆる「沖積層の海成粘土」を暗示させている。

富山県が1961年に発行した表層地質図「富山」は，ユニタイズドマップの日本における代表であろう。この図では，旧河床，現河床，丘陵地の谷を埋積している砂泥のほか，沖積低地の表現に，ボーリング柱状図から砂質部分の長さと礫質部分の長さの合計が，全長の何%に当るかを計算し，グルーピングによって次のとおり図示単位を設定した。すなわち，第一礫層までの深さを全長としたもの，第一礫層までの深さが不確かな範囲については30mを基準としたものについて，砂礫率が80%以上，79～60%，59～40%，39%以下の4単位に区分し，合計8つの図示単位を設定した。基準の深度を30mにとった理由は，説明書中に記述されているが，ここでは省略する。但し，このような図示方法でも，かなりの数の試錐柱状図が必要であり，全国どこでも図示できるというものではない。

関東ロームで被覆された台地～丘陵地では，地表に露出するものは立川ロームだけであり，人工の切取斜面に，ローム層の累重関係が現れるだけである。しかし，多数の試錐柱状図と，地下掘さく現場での観察から，ローム層の累重関係が確認できるので，例えば表層地質図「八日市場」ではローム層の累重関係と同時に，地上からローム層基底までの概略の深さを表現するユニタイズドマップに仕上げることが出来た。

ストライプトマップの図法は，まだ筆者の知る範囲では使用されたことはない。しかし，段丘地帯では，今後も適用可能であると考える。

(3) 土地分類の到達点

二十万分の一土地分類図シリーズは，各都府県単位，北海道については7つの地区に分割した単位で，昭和45年から54年にかけて発行された。この土地分類図は，次の図面の組合わせである。

地形分類図
起伏量・谷密度図（オーバレイ）
傾斜区分図　　　（オーバレイ）
表層地質図（平面的分類図）
表層地質図（垂直的分類図）（オーバレイ）

土壌図
土壌生産力可能性等級区分図（オーバレイ）
土地利用可能性分級図（土地利用現況図）
土地利用可能性分級図

この中で，土壌生産力可能性等級区分図は，土壌図から派生したものである。すなわち，未区分地としての市街地その他のほかに，岩石地帯・非土壌地帯（P_0）およびⅠ等級（P_1）からⅤ等級（P_5）までの合計6区分を設定し，各々の図示単位は，土壌統群を土地の自然条件たとえば山地，丘陵地などの地形分類を「若干の重ね合せ」を加味した「グルーピング」と「変換」によって定義されている。

土地利用可能性分級図は，上記の土壌生産力可能性等級区分図と傾斜区分図，それに標高区分を重ね合せ，1類地から8類地までの図示単位を設けたものである。その内容から，土地利用可能性分級図は，土地の開発および利用に当って，その地域の自然的立地条件がどの程度のものかを図示しているが，分級を，どのように土地利用計画にとり入れるかということは，利用者の意志にまかせられているようである。

土地分類基本調査が土地の質を土壌と傾斜によって段階区分し，利用者に提供しようとする目標をもっていることは，本章の始めに述べたが，土地利用可能性分級図は，その意味では到達点であったかも知れない。しかし，その到達点は，どちらかといえば第一次産業を目的にした到達点であって，アメリカ大陸のように未利用地を開発しようとする場合はともかく，日本のように，ほとんどの土地が高度に利用されている所では，ある種の困惑が残るかも知れない。しかし，個々の目的の適・不適の度合を判別するめやすを与えるように図示単位を設定した土地利用可能性分級図の考え方は，現在，アメリカ合衆国などで盛んに作成されている環境地質図の中にあり，その点では，昭和26年頃にその考えかたをまとめた日本の方が，より進んでいたといえよう。

しかし，一層具体的な，災害ポテンシャル区分図などは，現在の日本の国情では作図は可能であるとしても，その公開が可能かどうか，議論の余地があろうし，慎重を期すべきであるとの意見も強く残るであろう。

III. まとめ

David J. VARNES (1974) の地質図の論理に関する内容は，一般地質図から出発して，広範囲にわたる土地開発計画担当者の，さらには一般の人々までのそれぞれの目的に利用しやすい地質図類の作成手順や，作成者が伝達したい意志・内容を，どのように表現していくか等を解説したものであった。

その背景には，1970年前後からの大規模な土地開発計画，とくに新しく都市域を開発・発展させていく場合の開発計画の検討材料として，多くの地質図類が作成されている点があげられる。(黒田，1980)。

日本では，国土総合開発計画の一環としてすでに1954年に，土地の質を調査する土地分類基本調査が実行に移され，その一部を構成している表層地質調査の成果は，表層地質図として印刷・発行されている。表層地質図は，一般地質図ではなく，土地の開発・保全計画作成のための特殊地質図であって，いわばVARNES (1974) の紹介で用いた地質図類に該当するものである。その作成は，一般地質図を基礎として，各種のデータが付加され，表層地質図にまとめられているのであって，日本で土木工事現場を対象に，大規模な構造物を築造する目的で作成される1/500～1/5,000縮尺の「土木地質図」とは，岩盤の分類も，図面の作成手順も全く異なるものである。

換言すれば，土地分類基本調査の成果が，1/50,000縮尺の地質図類である限り，それは1/50,000縮尺の範囲での地質図学である。縮尺が小さくなればなるほど，地質図学としての意味，内容は深くなっていくものである。

最近，地域開発利用計画資料として作成された地質図類としてどのようなものがあるかを，筆者は充分に知っていない。おそらく，国や地方行政機関では，行政資料として多くの目的，内容のものが作成され

ていると考えられる。

文　献

Association of Engineering Geologists (1969) : Definition of engineering geology, A. E. G. Newsletter, **12**, 4, 3.

BATES, R. L. and J. A. JACKSON, ed. (1980) : *Glossary of geology*, 2nd ed. 204p., Am. Geological Institute.

UNESCO (1976) : Engineering Geological Maps—A guide to their preparation, earth sciences 15, 12. the UNESCO Press.

経済審議庁国土調査課 (1954) : 国土調査——土地及び水の基礎講造.

黒田和男 (1980) : アメリカの環境地質図, 応用地質, **21**, 4, 224-230.

WILLATTS, E. C. (1970) : Maps and maidens, *Cartographic Jour.*, **7**, 1, 50.

(表層地質図に関する作例)

藤井昭二 (1962) : 土地分類基本調査, 表層地質調査「富山」及表層地質図, 富山県.

黒田和男・安藤高明・宇野沢　昭・金井孝夫 (1970) : 土地分類基本調査, 表層地質調査「八日市場」及表層地質図, 経済企画庁.

黒田和男・岡　重文・村下敏夫 (1968) : 土地分類基本調査, 表層地質調査「長岡」及表層地質図, 経済企画庁.

黒田和男・村下敏夫・塚脇祐次 (1971) : 土地分類基本調査, 表層地質調査「川島」及表層地質図, 経済企画庁.

(垂直方向の図示に関する文献)

PASEK, J. (1968) : The development of engineering-geological maps in Czechoslovakia; *Zentr. Geol. Inst.* Abh., **14**, 75-85.

ROCKAWAY, J. D. Jr., and LUTZEN, E. E. (1970) : Engineering geology of the Creve Coeur quadrangle, St. Louis County, Missouri, Missouri Div. Geol. Survey and Water Resources, *Eng. Geology Ser.* **2**, 19.

RUMMELEN, F. F. F. E. van (1965) : Bladen Zeeuwsch-Vlaanderen West en Oost, Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1 : 50,000, Geologische dienst, Haarlem 79p.

以上の原図は, VARNES (1974) の中に再掲されている.

(1981年1月20日受理)

地学雑誌 90, 3 (1981)

中国青蔵高原の氷河研究

施　雅風*　李　吉均**
〔関口　武 訳，解説〕

Glaciological Research of the Qinchai-Xizang Plateau in China

SHI Yafeng and LI Jichun

この論文は1980年夏，東京で開催された国際地理学会議，気候学・氷河学分科会に提出されたもので，著者の施雅風 SHI Yafeng 教授は蘭州氷川凍土研究所 Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedolody, Academia Sinica の所長で，1964年6月のゴサインタン（シシャパンマ）登山隊長等を歴任したアルピニストでもあり，共著者の李吉均教授は蘭州大学地質地理系 Department of Geology and Geography, Lanzhou University である。

論文は短かいものであり，必ずしも完成されたものではないが，提示された表の数字，特に雪線高度，氷河面積等には，理科年表に表示されている数字とはかなり異なるものがある等，新知識も多いので，とりあえず紹介し，識者の参考に供したい。

青蔵高原 Qinghai-Xizang 別名チベット高原は，その周辺のヒマラヤ，カラコルム，パミール，コンロン，キレン(祈連)，横断山脈に属する高山を合せると，世界で最も数多くの山岳氷河が存在し，その面積が広い地域である。

1958年以降中国人科学者による祈連山脈，中央ヒマラヤ，東パミール，カラコルム，その他の山地の氷河調査が繰返され，いまや青蔵高原の氷河の基本的特性については，予察的ではあるが，全体的な報告が出来るようになった。

I. 氷河の分布と統計値

1960年代はじめには中国青蔵高原の氷河の全面積は概略39,000km² と推算されていた。だがこの値は地図が不正確であったための過小評価で，近年は新しい航空写真の合成，ランドサット衛星の映像等を手掛りに，より正確に氷河の分布，その面積の計測を行うことが出来るようになった。

第1表は青蔵高原にある氷河の面積を山脈別に示したもので，総面積は46,640km² と測定されている。

中国全土にある氷河に被われた地域の面積は約57,000km² と概算されているので，その82%を占めていることになる。

また H. von WISSMANN (1959)[1]は中国以外の高アジアのヒンヅークシ，パミール，カラコルム，ヒマラヤの氷河の面積を10万km² と概算しているので，中国青蔵高原には，その約半分の氷河被覆地域があることになる。

II. 氷河と気候との関係

青蔵高原に氷河が発達，分布しているのは，その高さ，地形，気候によるところが大きい。

第1図は中国西部の氷河の分布と雪線高度を示したものである。

雪線高度は祈連山脈東部，南東チベットの4,400 m から南チベット，西チベットの6,000～6,200m の間にあり，等高度線は南西チベットを中心とする不整形の同心円状を示している。

雪線高度のこの奇妙な分布形態は，青蔵高原の

* Lanzhou Institute of Glaciology and Cryopedology, Academia Sinica
** Department of Geology and Geography, Lanzhou University

第1表 青蔵高原の雪線高度と氷河面積

山脈名	雪線高度 m	氷河面積 km²	出 拠	研究者
祈連[1]	4,300-5,200	1.973	glacier inventory	王宗太 Wang
コンロン	4,700-5,800	11,639	航空写真	鄧養鑫 Deng
パミール	5,500-5,700	2,258	ランドサット	米徳生 Mi
カラコルム	5,100-5,400	3,265	ランドサット	〃 〃
羌塘[2]	5,600-6,000	3,188	航空写真	李炳元 Li
唐古拉[3]	5,400-5,700	2,082	〃	張祥松 Zhang
岡底斯[4]	5,800-6,000	2,188	ランドサット	焦克勤 Jiao
念青唐古拉[5]	4,200-5,700	7,536	航空写真	李吉均 Li
横断[6]	4,600-5,600	1,456	〃	〃 〃
ヒマラヤ	4,300-6,200	11,055	ランドサット	米徳生 Mi
合 計		46,640		

[1] Qilian Shan, Kunlun Shan, [2] Qiangtang, [3] Tanggula, [4] Gangdisi, [5] Nyainqentanglha, [6] Hengduan Shan.

外側の山地から高原内部へ向っての降水量の急減と高原地域の高温という熱効果の増大によるものである。

氷河地域の年降水量は祈連山脈東部では 800 mm,南東チベットでは2,000mm を測っているが,高原内部の中部および西部ではわずか200～300 mm に過ぎない。

ヒマラヤ南斜面の雪線高度が北斜面より低いのは明らかに降水量が多いためである。

広大な青蔵高原は周辺の高度の低い地域よりはより多量の太陽放射を吸収している。特に中部,西部では,中国最多の太陽放射を受け,そのため,この地域の雪線高度は高くなっている。

おな高原上の氷河の分布は大気の大循環とも密接に関係している。氷河地域が最も広いのは,カラコルム,パミール,西コンロンを含む青蔵高原の西部境界地域で,ここは海抜高度の高い山地が水蒸気を多量に含んだ偏西風を遮ぎる障壁となり,氷河地域に多量の降水を降らせているからである。深い谷の中の気候は著しく乾燥しているにもかかわらず,海抜5,000m の西パミールのフェドチェンコ Fedchenko 氷河や西カラコルムのバツラ Batura 氷河の降水量は1,500mm 内外かそれ以上に達している。

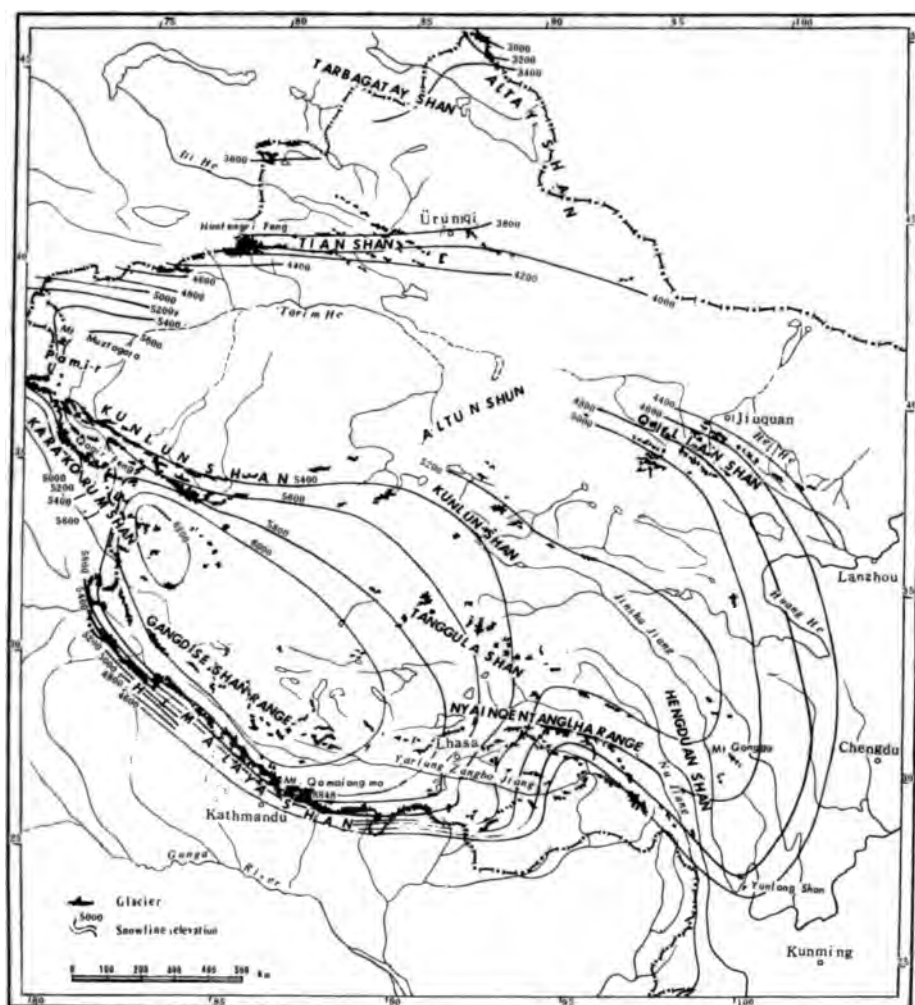
念青唐古拉 Nyainqentanglha とヒマラヤ東端に広がる第2の氷河地域は強い南西インドモンスーンが通り抜ける通路という恵まれた地理的条件のところに位置している。このため5～9月のモンスーン季節は常に厚い雲に被われ,高い山地には大雪が降っている。

太陽放射と熱収支の研究はいくつかの氷河で行われたが,氷河の氷の形成,融解,体積の消長の解明に大いに役立った。

第2表は青蔵高原の種々な氷河の熱収支を item 別に比率で示したものである。

受熱源のうち,放射が80～90%を占めているのは青蔵高原の雨の少ない地域にある氷河の大部分で,雨の多い南東チベットでは対流による分が約30%あるので,その割合は60%に減っている。

投与された熱はほとんど氷の融解に使われている。氷面が露出しているところでは60～90%が,氷面が厚く岩屑に被われている場合には,その岩屑層の温度を上昇させるのに熱が使われるので,その値は30～40%になっている。

万年雪の観測結果を短かい気候資料を参考に検討してみると,ここの高山氷河地域には2つの多雨帯のあることがわかった。ヒマラヤの南斜面や天山山脈の北斜面で最も雨の多い帯域は海抜1,500～2,000m に出現している。この高度以上では降水量は明らかに減少しているが,さらに高度を増し,氷河地帯に達すると再び降水を増し,第2の多降水帯になっている[4]。これは主として

第１図　中国における現存氷河と雪線高度の分布図

日中の強い日射による地域的なローカルの熱対流現象によったものである。

樹林年輪学の研究により最近数百年から数千年間の気候変動の歴史を再構成し，氷河変動を推定するのに役立たせることが出来るようになった。

第２図はバツラ Batura 氷河の前進が寒冷期の50～70年遅れて起ったことが３回あったことを明らかに示している[5]。もしこの仮定が正しければ，1950年代以来の現在の寒冷化は次世紀におけるつぎのバツラ氷河の前進の原因になりうるであろう。

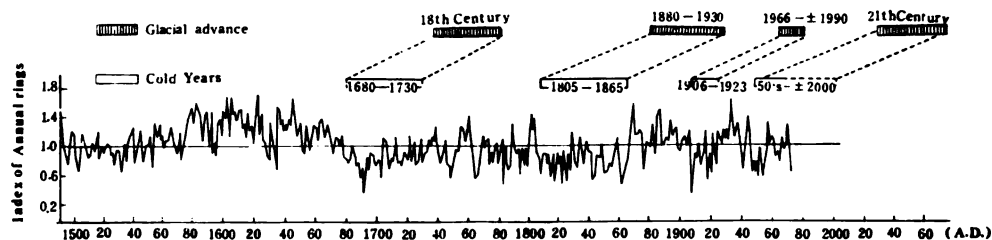
III.　氷河の物理的特性と氷河型の研究

1960年代における若干の氷河の氷温，氷河氷の形成，融解，その他の動きについての研究の結果，西中国の氷河は大陸型と海洋型に分類されることがわかった[6]。

大陸型氷河は雨の少い南のヒマラヤから北の祈連山脈に連なる高原の大部分にあるもので，一方海洋型氷河は多量のモンスーン降雨に恵まれた青蔵高原の南東部に存在している。

最近のカラコルムのバツラ氷河の研究により，

第2表　青蔵高原の氷河の原因別受熱，失熱量の比率

氷河	緯度 経度	高度	表面 状態	受熱			失熱				観測期間
				放射	対流	伝導	融雪	対流	蒸発	その他	
Cherkanbulke 氷河 パミール	38°N 75°E	4,750	氷	92.1	7.9	—	56.4	—	41.5	2.1	1960/ 7～8月
Shuiguan He 氷河 No. 4 祈連山脈	37°N 102°E	4,200	氷	82.7	14.3	3.0	90.5	—	9.5	—	1963/ 8月
Rongbuk 氷河 エベレスト	28°N 86°E	5,440	氷 岩屑	89.5	2.5	8.0	33.0	42.8	15.9	8.3	1966/ 5月
Guxiang 氷河 南東チベット	30°N 96°E	4,400	氷	63.0	26.4	10.6	97.0	—	3.1	—	1965/ 7.8月
Batura 氷河 パキスタン	37°N 75°E	3,370 ≀ 4,475	氷 岩屑 少々	89.2	8.7	2.1	83.3	1.0	11.1	4.6	1974/ 7.8月

第2図　17世紀以降の寒冷年とパキスタン Batura 氷河の前進

第3表　氷河型別物理的特性

氷河型	大陸型	海洋型	複合型
分布地域	祈連―中央ヒマラヤ	南東チベットと横断山脈	カラコルム，パミール等の大氷河
年降水量 (mm)	300～1,000	≧2,000	上部＞1,000 下部＞ 100
雪線の年平均気温 (°C)	−6～−15	−4	−5±
氷舌の氷温 (°C)	＜−2 最低−12.8	0	上部＜−1 下部 0±
氷の形成	主に低温浸透と凍結	主に温暖の浸透と再結晶	浸透と再結晶
氷の流速	緩	速	速
氷舌の末端	永久凍土帯	亜熱帯林帯へ伸長	垂直高度差 4,000m 以上，森林帯に達する。

第3の型―複合型氷河の存在が確認された[7]。カラコルム，西パミール，その他の海抜 3,000～4,000m の山脈中にあるいくつかの谷氷河が，この型に属する。

第3表は，これら3つの型の氷河の物理的特性を示したものである。

IV. 氷河の変動に関する研究

1950年代末から1960年代はじめのころ，中国の氷河学者は，中国の氷河は例外なく衰退している

第4表　最近の氷河の変動

	青蔵高原 1950～1970	%	世界 1970～1975	%
前　進	35	30.1	150	34
後　退	62	53.4	246	51
停　滞	19	16.5	44	10
計	116		440	

出拠　張祥松[5]　李炳元[9]

と報告していた。しかし正確に後退の割合が測定されたのはごく少数の氷河についてだけで，パミールのムッタガータ Muztagata の3つの氷河では1956～60年の間には1.7～3.7mm/年の割合で後退し，中央天山山脈のムツアルト Muzart 氷河では1909～59年に750m後退したと測られている。

1970年代に入ると氷河研究の範囲は拡大された。必ずしも完備した資料ではないが，第4表に示したように，1960年代の航空写真と1970年代のLANDSAT の映像とを比較して，青蔵高原の116の氷河のうち，前進中は35，後退中は62，安定ないしは目立つ変化を示していないのは19であることがわかり，これは全世界的な氷河の変動の一般的傾向とよく一致している[8]。

前進している氷河は祈連，コンロン，カラコルム，パミール，ヒマラヤ等の山脈にある多くの山で発見されている。特に氷河の前進が顕著なのはカラコルムとパミールにおけるものである。

1950年代から現在にいたる降水量のわずかの増加を伴った気温の降下が，明らかにここの氷河前進の原因の1つである。

1960年代のチベット地域の年平均気温は1950年代より0.7°C低下し，降水量は逆に5～27%増加している。

1974年以降，祈連山脈の4つの氷河では氷の総量が測定されているが，すべての氷河が年々その体積を増加させていることが記録されている。例えば"7月1日氷河"は1974～77年の3年間合計で水当量で768mm の氷量を増加し，1967～77年の雪線高度は1957～66年当時より約100m 下降したことが測られている。

年輪やその他の資料が示す気候変化をみると，気温低下の傾向は今世紀末まで続く可能性が認められ，氷河の前進量は増加しそうである。

V.　氷河の発達と青蔵高原隆起との関係

第四紀における青蔵高原の隆起量は3,000m を越えたと推算されている[9]。これと気候変化を合せて考えると，氷河発達の特異なモデルを考えることができる(第5表)。

少なくとも4回の氷期が区別され，最大の氷河活動は更新世中期のもので，青蔵高原は山麓氷河

第5表　青蔵高原の隆起，気候変化と氷河活動

		海抜高度 青蔵高原	海抜高度 ヒマラヤ	気候	氷河活動
Holocene		4,700 ±	6,000 +	寒乾	新規氷蝕—短かい谷氷河，永久凍土形成
Pleistocene	末期	4,000 ±	5,500 +	寒乾 涼乾 寒乾	エベレスト氷期II—長い谷氷河，永久凍土形成 間氷期　不明瞭 エベレスト氷期I—長い谷氷河，永久凍土形成
Pleistocene	中期	3,000 ±	4,500 +	暖湿 寒湿	大間氷期 Nynyzhula 氷期—山麓氷河，氷床形成なし
Pleistocene	前期	2,000 ±	3,500 +	暖湿 寒湿 ?	間氷期 Xixiabangma 氷期—小山麓氷河 ?
Pliocene		1,000 ±	3,000 ±	暖湿	氷河活動なし

第6表　青蔵高原の氷河からの流量

氷河名	高　度	観測年	流域面積 km²	氷河面積 km²	融雪水 mm/年 最大	融雪水 mm/年 平均	流　量	流出係数 l/s/km²	流出変動係数
Shuiguan He 第4氷河 (東祈連山脈)	3,760	1963	17.3	6.91	2,910	1,175	783	59.2	0.12
7月1日氷河 (中祈連山脈)	3,800	1975	11.6	3.04	1,500	918	661	50.0	
Laohugou 氷河 (西祈連山脈)	4,250	1959 ~61	36.2	24.6	982	648	569	40.6	0.34
Cherkanbu 湖 (東パミール)	4,300	1960	16.0	9.9	1,500	578	528	40.0	
Rongbuk 氷河 (エベレスト北方)	5,150	1959 1960 1966	326.0	152.0	2,130	556	439	33.2	0.25
Guxiang 第3氷河 (Nyanchintangla 山脈)	2,670	1964 1965	19.8	4.4	19,500	6,000	2,130	187	

に被われていたが，大きな氷床が形成されていたわけではない。更新世中期以後も青蔵高原とその周辺の山地は隆起を続け，高原中部は海抜4,000mに，ヒマラヤの主脈は5,500mに達し，大気の大循環に対する本格的な障壁を形成するようになった。

青蔵高原の気候は更新世末期にはますます寒冷かつ少雨になった。その結果，氷河は著しく縮少し，ばらばらの谷氷河だけになり，最後の氷期の前の間氷期はエベレスト山の北斜面ではあまり明瞭ではなくなっている。

第四紀の隆起量の 1/3, 1,000m以上は更新世末期およびホロシーンのもので，最後の氷期の雪線降下は小さくなっていて，青蔵高原の内部では500m，中央ヒマラヤの北斜面では300mと測られている。この高原の強力かつ継続的な隆起はもちろん氷河の存在に対して好都合な条件になっているが，降水量の減少により，氷河の大きさはおさえられている。

相異なる高度，地形，気候条件下で，氷河は形態的に2群に分類される。谷氷河型と高原氷河型である。前者はカール氷河，なだれ氷河，復活した氷河，懸谷氷河を伴った谷氷河で，深く刻まれた谷をもつ高く急傾斜の山地に発達している。後者は高原内部にみられる小氷冠または頂上の平らな氷河によって代表されている。これらは雪線高度かそれ以上の高さにまで隆起した残存古期高原面上に発達している。

VI. 氷河の融雪水流量と氷河泥岩流の研究

種々な場所での数カ月から数カ年の観測結果によれば，中国の青蔵高原上の年平均融雪水量は約400億 m³ で，流出変動係数 Cv は0.2~0.3と推算されている。融雪水流量は大陸型氷河で400~800mm/年であり，一方海洋型氷河では2,000mm/年に達している[10]。

第6表は青蔵高原の氷河からの流量に関する若干の資料を示したものである。

氷河からの泥岩流は主としてチベットの南東部にある四川―西蔵公路沿いと，高原の南西境にある中国―パキスタン公路沿いに発生が認められる。高い山地の急斜面で，岩屑が多く，融雪水が急流になって流れているところに認められる。泥岩流が急に起こると河川をブロックし，公道を中断し，カタストロフ的な災害をひき起こしている。

参考文献

1) WISSMANN, H. Von. (1959) : Die heutige vergletsherung und schneegrenze in Hochasien. Verlag der Akademic der Wissenschaften und der Literature in Mainz.

2) YAFENG, S., *et al.* (1980) : Distribution, features and variations of gla-

ciers in China. World Glacier Inventory (Proceedings of the Riederalp Workshop, Sept. 1978) IAHS Publ. No. 126.

3) ZHONGYUAN, B., JINHUA, Z. (1980) : Some Features of Radiation and Heat Balance of the Batura Glacier. Professional Papers on the Batura Glacier, Karakoram Mountains (in Chinese with English Abstract).

4) Division of Glaciology, Scientia Sinica, Vol. 18, No. 1, 1975.

5) YAFENG, S., XIANGSONG, Z. (1978) : Acta Geographica Sinica, Vol. 30, No. 1, (in Chinese with English abstract).

6) YAFENG, S., ZICHU, X. (1964) : Acta Geographica Sinica, Vol. 30, No. 3, (in Chinese with Russian abstract).

7) The Batura Investigation Group: Scientia Sinica, Vol. 22, No. 8.

8) XIANGSONG, Z., *et al.* (1981) : Recent Variations of the Existing Glaciers on the Qinghai-Xizang Plateau, Proceedings of Symposium on Qinghai-Xizang Plateau.

9) JICHUN, L., *et al.* (1979) : Scientia Sinica, Vol. 22, No. 11.

10) ZHENNIANG, Y. (1979) : Characteristics of Glacial Hydrology in Some Mountains of Western China (Manuscript, in Chinese).

(1980年10月13日受理)

上部中生界の地質についての韓国-日本コロキウム参加報告

松本達郎* 田村 実** 岡田博有*** 稲積章生****

Report of the Participation in Korea-Japan Colloquium on Mesozoic Geology, September 1980

Tatsuro MATSUMOTO, Minoru TAMURA, Hakuyu OKADA and Akio INAZUMI

1980年9月15日－9月21日，韓国においてKorea-Japan Colloquium on Upper Mesozoic Geologyが開催され，私たちは招かれてこれに参加したので，概要をここに報告する。これはKIGAM (Korea Research Institute of Geoscience & Mineral Resources) の主催，大韓地質学会後援で開催され，小規模ではあったが有意義な研究集会であった。9月15日昼ころ私たち一行はソウルに着き，午後は学会長の延世大学尹碩奎 (Suckow YUN) 教授を同大学地質学教室に訪ねた。9月16日（火）には，KIGAMを訪問するとともに，同研究所で講演と質疑・討論を行なった。その題目と演者は次のとおりである。共通語として英語を使ったので，題目等も英語で記す。

Opening address by Dr. Byung-Koo HYUN (President of KIGAM)

Special address by Prof. Suckew YUN (Chairman, Geol. Soc. Korea)

Address by T. MATSUMOTO (representative of Japanese participants)

Sang-Ho UM: The characteristics on distribution of the late Mesozoic rocks of southern Korea

Tatsuro MATSUMOTO: Up-to-date evaluation of fossils in the Mesozoic geology of Japan

Sang-Wook KIM: Late Cretaceous volcanic activities in the Gyeongsang Basin

Yun-Jong LEE: K-Ar ages of granitic rocks from the southern Gyeongsang Basin, southeastern Korea

Hakuyu OKADA: Origin of late Mesozoic clstic sediments in Southwest Japan

Seong-Young YANG: On the bivalve fauna from the Gyeongsang Group

Minoru TAMURA: Ages and environments of the Cretaceous bivalves of fresh and brackish waters in Japan

Akio INAZUMI: Chemical composition of Mesozoic shales from Southwest Japan

Kwang-Ho PAIK: Depositional environments of the Gyeongsang Basin

Hyen-Il CHOI: Alluvial fan deposits of debris-flow and sheetflood origin in the lower part of the Nagdong Formation in Jinju area, Korea

休憩時間などにも話し合いを続け，その晩には玄炳九 (Byung-Koo HYUN) 所長招待の晩餐会があり，お互いの交流を深めることができた。

* 西南学院大学 Seinan-Gakuin University
** 熊本大学 Kumamoto University
*** 静岡大学 Shizuoka University
**** 香川大学 Kagawa University

9月17日—20日には，慶尚盆地及びその周辺要地の巡検があり，KIGAM 地質部の厳相鎬 (Sang-Ho UM) 部長と崔現日 (Hyen-Il CHOI) 博士及び慶北大学の梁承榮 (Seong-Young YANG) 助教授が懇切な案内役をつとめ，友好的な雰囲気の中で，現地討論をすることができた。巡路は倭館—大邱—慶州；—晋州が選ばれた。この途中9月18日午前中，松本と岡田は乞われて慶北国立大学地質学教室で特別講演をした。コロキウム構成の専門家だけでなく学生諸姉兄も参加して聴講した。これも英語を用いた。その題目は

(1) H. OKADA: Deep sea drilling along the Japan Trench transect (30分)
(2) T. MATSUMOTO: On some Mesozoic basins on the continental crust (90分)
(3) H. OKADA: Collision orogenesis and sedimentation: an example in Hokkaido (20分)

である。

ソウルでのコロキウムで講演した論文及び上記特別講演(2)の論文は，Jour. Geol. Soc. Korea の近刊数号に逐次印刷する予定であるので，その内容はここには紹介を省く。

KIGAM の地質部門では，重点課題をここ数年中生界の研究に置いており，その一環としてこのコロキウムが開催されたものである。科学立国を標語にかかげている国立研究所の KIGAM としては，資源開発に直接・間接関連づけて中生界の研究を取り上げていることは所長の挨拶からも明らかである。他方尹学会長の挨拶にはプレート構造論で代表されるような新しい地球観を入れての研究が重要であろうと指摘された。日本でも新しい地球科学が強調されているが，その場合でも，日本と隣接大陸とを関連づけて研究することが重要と考える。招かれて参加した私たちは，専門はそれぞれ異なるが，この見地は共通して持っており，その点で韓国の学者と親しく交流し，又，大陸内部と日本列島との中間に位置する韓国の地質に直接触れることができたことは，将来の相互の研究発展のため有意義であったと信ずる。

戦後韓国を訪れた日本の地質学者は多いし，私共のうち2人（松本・田村）は2回目であるが，今回のように公式の招待による場合には個人的の場合以上の役割があったことを感ずる。現在韓国地質学（地球科学）の学界活動をリードしている新進気鋭の研究者と交流を深めることができた次第だが，これらの人たちの大部分はイギリス・ドイツ・フランス・アメリカ・カナダ・日本などの大学院で研鑽を積み，優れた業績を挙げて学位を取得しており，国際的視野を身につけていて，将来への学問的潜在力も大きい。又，政府文教当局の努力も大きいように見受ける。KIGAM は韓国地質調査所を母体にして1976年5月に朴大統領自身が創立者となって設立されたもので，近代的組織と設備をととのえつつあり，TAM HAE 号という海洋調査船も持っている。玄所長は地球物理畑の方であるが，ゴールデン（米国）のコロラド鉱山大学で，わが国の小西健二教授と共に学んだという若さであった。文教当局が大学整備に努力していることも大きい。9月21日，日曜であるにも拘らず金鳳均教授（早坂一郎教授の高弟）が案内して下さったソウル国立大学のキャンパスは，同特別市南西部の花崗岩山地の中腹から麓にわたる広い地域にあるが，元ゴルフ場だったのを大統領の指示で大学の新学園とし，すべて国産の資材で建築をしたとのことである。私たちは韓国では最も設立の古い私立の延世大学のゲストハウスに泊めていただいたが，この大学のキャンパスの整備状況も第一級といえる。旅行中訪問した慶北国立大学のキャパスも広く，整備中の工事も行なわれていた。3大学とも地学教室の教育用展示はよく配慮されていた。

今回はある1つの対象（上部中生界）に重点の置かれたコロキウムで，広く各方面の理解には不十分だったとは思うが，又それだけに日韓双方とも，相互の研究の理解を深めることができたし，今後の研究の発展のために有益な，発展的のものであった。とくに野外での観察・採集・会話を通じ，論文だけでは得られない収穫が，各人各様にあって，お互いに啓発し合って進みたいと感じた。

訪問中得られた1つの動向として，韓国でも若手研究者を中心に，堆積学・海洋地質学への関心が高いことが認識された。地味な堆積岩の岩石学

的研究への意欲が盛んなことは，基礎を固める上で大切である。海洋地質学の分野では KIGAM に加えて，ソウル国立大学の海洋学科が指導的役割を果している。古生物学では，韓国産化石の諸部類ごとに専門家が必要だが，その育成に向け努力中であって，わが国が後援すべき面がなおある。

今回のコロキウムは韓国側（KIGAM）が主催し，私たちを招待（経費的には代表者１名分）という形で行なわれた。同じ形式でのお返しを，日本でするということは近い将来ないと思うが，一般的な国際的の研究小集会をある課題に絞ってするということはかなりあり得るので，その際は隣国の学者を必ず招きたいものである。招待されたお礼の気持を表わすべく，松本は，1979年に出版の完結した岩波講座「地球科学」１—16の１組を KIGAM の図書室に寄贈し，又若干の金額をコロキウム論文出版の補助として，大韓地質学会に寄付した。

終りにコロキウム開催に力を尽した KIGAM の玄所長と関係者，とくに実務面で骨折って下さった厳部長，及び大韓地質学会長の尹教授と関係者，慶北国立大学の章教授・梁助教授と関係者のご厚意に心から感謝する。

末尾にコロキウムの際配布された慶尚盆地に関する文献集（韓国語のものは題目を和訳）をここに再録し，読者のお役に立てたい。

慶尚盆地に関する文献

1) 1905 YABE, H.: Mesozoic plants from Korea, J. Sci. Coll. Imp. Univ. Tokyo, Vol. 20, Art. 8.
2) 1929 TATEIWA, I.: Geological Atlas of Korea, No. 10, Gyeongju, Yeongchon, Daegu and Waegwan Sheets, Geological Survey of Chosen.
3) 1936 SUZUKI, K.: Non-marine molluscan fauna of the Shiragi Series in south Tyosen, Jap. Jour. Geol. Geogr., Vol. 12, Nos. 3-4.
4) 1937 KOBAYASHI, T. & SUZUKI, K.: Non-marine shells of Nakdong-Wakino Series, Jap. Jour. Geol. Geogr., Vol.14, Nos. 1-2.
5) 1943 SUZUKI, K.: Restudy of the Non-marine shells of the Nakdong Series in Tyosen, Jour. Sigenkagaku Kenyusyo, Vol. 1, No. 2, pp. 189-219.
6) 1954 KOBAYASHI, T.: Fossil Estherians and allied fossils, Jour. Fac. Sci., Univ. of Tokyo, Vol. 9, Part. 1.
7) 1965 LEE, D. S.: On the Geology and Oily Material-containing Formation in Haenam Area, Jeolla Namdo, Korea, J. Geol. Soc. Korea., Vol. 1, No. 1, pp. 35-49.
8) 1966 CHANG, K. H.: Stratigraphy and Sedimentation of Nakdong Subgroup, Gyeongsang Province, Southern Korea, Ibid, Vol. 2, No. 1, pp. 17-51.
9) 1966 CHANG, K. H. & LEE, H. Y.: The Myogog Formation and its Tectonic Significance, Ibid, Vol. 2, No. 2, pp. 21-38.
10) 1967 CHANG, K. H.: An Occurrence of Late Cretaceous Fossil Rain Prints in Korea; Ibid, Vol. 3, No. 1, pp. 67-70.
11) 1967 WON, C. G.: Problems on Cretaceous Igneous Activity in the Kyung-Sang Basin (Abstract), Ibid, Vol. 3, No. 1.
12) 1967 CHANG, K. H.: Stratigraphy and Depositional Environment of the Sinra Conglomerates (Abstract), Ibid, Vol. 3, No. 1.
13) 1967 CHANG, K. H.: Sedimentary Environments and Stratigraphic Relations of the Sinra Conglomerate Tongue, Ibid, Vol. 3, No. 2, pp. 41-55.
14) 1967 CHANG, K. H. & KIM, H. M.: Cretaceous Paleocurrents in Northwestern part of Gyeongsang Basin, Ibid, Vol. 4, No. 2, pp. 77-97.
15) 1968 LEE, J. H.: Genesis of the Native Copper Deposits in Mesozoic Basalt Flows in the Youngyang Basin, Korea, Ibid, Vol. 4, No. 3, pp. 111-166.
16) 1968 WON, C. G.: Study on the Cretaceous Igneous Activities in the Gyeongsang Basin, Ibid, Vol. 4, No. 4, pp. 215-236.
17) 1969 LEE, S. M.: On the Mineralization within the Gyeongsang system, Ibid, Vol.

5, No. 1, pp. 68-70.

18) 1969 KIM, B. K.: A Study of Sole Marks in the Haman Formation, Ibid, Vol. 5, No. 4, pp. 243-258.

19) 1970 CHANG, K. H.: Geology of Upper Mesozoic Strata in N. Gyeongsang Province, South Korea, Ibid, Vol. 6, No. 1, pp. 1-12.

20) 1970 鄭 鳳日：慶尚系の層序，大韓地質學會誌，6巻1号，要約.

21) 1970 孫 致武，金 洙鎭，成 安：郡北地域の銅鉱床とその鉱物學的研究；上同.

22) 1970 崔 炳烈：慶北東明面，漆谷面一帯の堆積層に関する研究；上同.

23) 1970 CALLAHAN, J. T.: The Need of Geological Investigations for the Development of the Ground Water Resources of the Republic of Korea (Abstract), Ibid.

24) 1970 元 鍾寛：慶尚 Basin 内にみる Andesitic Breccia に関する研究；上同.

25) 1970 CHANG, K. H. & YANG, S. Y.: Stratigraphic Position of Gyeong-Jeong Dong and Myogok Formations, Ibid, Vol. 6, No. 2, pp. 129-133.

26) 1970 SON, C. M.: Unconformity and Geological Sequences of Korea, Ibid, Vol. 6, No. 3, pp. 189-198.

27) 1970 KIM, S. Y.: Mineralization and Ore Deposits of Native Copper in Secheongdong Basalt Flows in Yenogyang Basin, Korea, Ibid, Vol. 6, No. 4, pp. 230-245.

28) 1970 MOON, C. M., et al.: Geology and Ore Deposits in the Haman-Kunbuk Copper District, J. Kor. Inst. Mining Geol., Vol. 3, No. 2, pp. 55-122.

29) 1970 KIM, O. J.: Preliminary Report on the Geology of Gyeongju Manganese Mine, Ibid, Vol. 3, No. 2, pp. 123-134.

30) 1970 YOO, E. K.: New Discovery of Charophyta and Non-marine Silla Group, Geology and Ore Deposit, Vol. 12, pp. 5-15, Geological and Mineal Institute of Korea (GMIK).

31) 1971 KIM, O. J.: Metallogenic Epochs and Provinces of South Korea, J. Geol. Soc. Korea, Vol. 7, No. 1, pp. 37-59.

32) 1971 柳 懿珪：非海成新羅層群，大韓地質學會誌，7巻2号，要約.

33) 1971 金 明桓：聖州附近の地質と地質構造，大韓地質學會誌，7巻2号.

34) 1972 WORKMAN, D. R.: The Tectonic Setting of the Mesozoic Granites of Korea, Ibid, Vol. 8, No. 2, pp. 67-76.

35) 1972 KOH, I. S. & LEE, Y. G.: Sedimentary Petrology of the Nakdong Group in the Jinju-Namhae Area, Gyeongsangnamdo, Korea, Ibid, Vol. 8, No. 2, pp. 93-122.

36) 1972 金 正鎭：東莱一帯花崗岩体の分化作用に関して，大韓地質學會誌，8巻2号，要約.

37) 1972 李 裕大：尹銑，巨剤島・南海島一帯の安山岩質火山岩類と噴出時期に関して；上同.

38) 1972 鄭 國成：慶尚盆地北端における慶尚系と花崗片麻岩との関係に対する小考；上同.

39) 1972 CHA, M. S., KIM, J. J. and YOON, S.: Study on the Igneous Activity and Mineralization in the vincinity of the Tongnae-Eonyang, Pusan, J. Kor. Inst. Mining Geol., Vol. 5, No. 3, pp. 151-162.

40) 1973 KIM, H. M.: Sedimentary Structures of the Gyeongsang Supergroup in Northwestern Part of the Gyeongsang Basin, Southeastern Korea, J. Geol. Soc. Korea., Vol. 9, No. 3, pp. 125-147.

41) 1973 PARK, B. K. & DO, I. K.: The Mesozoic Granitic Batholiths in the Korea Peninsula and New Global Tectonics, Ibid, Vol. 9, No. 3, pp. 149-160.

42) 1973 CHANG, K. H.: Note on Occurrence of Late Cretaceous Ash-flow Tuff in the Vincinity of Daegu, S. Korea, J. Kor. Inst. Mining Geol. Vol. 6, No. 1, pp. 79-80.

43) 1973 KIM, S. U.: A Regional Study for Developments of Kyeongnam Copper Metallogenic Province, Ibid, Vol. 6, No. 3, pp. 133-170.

44) 1973 CHANG, K. S.: Characteristic of Kyeongnam Copper Deposits and Prospecting Plan, Ibid, Vol. 6, No. 3, pp. 191-193.

45) 1974 KIM, H. M.: Paleocurrent Analysis of the Yeongdong Group, Southern Korea, J. Geol. Soc. Korea, Vol. 10, No. 1, pp. 1-24.

46) 1974 KOH, I. S.: Petrology of the Nagdong Group in Daegu and Jinju Areas (Ab stract), Ibid, Vol. 10, No. 1, pp. 55-56.
47) 1974 KOH, I. S.: Sedimentary Petrology of Nagdong Group (I), Ibid, Vol. 10, No. 4, pp. 207-224.
48) 1974 KIM, H. M.: Sedimentation of the Yeongdong Group, Korea, Ibid, Vol. 10, No. 4, pp. 225-244.
49) 1975 CHANG, K. H.: Cretaceous Petrology of Southeast Korea, Ibid, Vol. 11, No. 1, pp. 1-23.
50) 1975 CHANG, K. H.: General Stratigraphy of Korea, J. Kor. Inst. Mining Geol., Vol. 8, No. 2, pp. 73-88.
51) 1975 SO, C. S. & CHOI, B. Y.: Engineering Properties of some Sedimentary Rocks from the Gyeongsang Supergroup, Ibid, Vol. 8, No. 4, pp. 203-210.
52) 1976 YANG, S. Y.: On Fossils from the Gyeongsang Group Especially on some of the Molluscan Fauna J. Geol. Soc. Korea, Vol. 12, No. 1, pp. 23-30.
53) 1976 CHA, M. S.: Petrological Study on the Bulgugsa Igneous Rocks in Busan Area, J. Kor. Inst. Mining Geol., Vol. 9, No. 2, pp. 85-106.
54) 1976 LEE, Y. J. & UEDA, Y.: K-Ar dating on Granitic rocks from the Eonyang and the northwestern part of Ulsan quardrangle, Kyeongsangnam-do, Korea, Ibid, Vol. 9, No. 3, pp. 127-134.
55) 1976 KIM, Y. K., LEE, J. Y., KIM, S. W. and KOH, I. S.: Study on the Metal Ore Deposits of Gyeongsangbuk-do Area, Ibid, Vol. 9, No. 3, pp. 143-156.
56) 1976 KIM, Y. K.: A Study on the Movement of Ground water of Banyaweol Formation, Ibid, Vol. 9, No. 4, pp. 225-240.
57) 1977 FLECTCHER, C. J. N. & RUNDLE, C. C.: Age of Mineralization at Sannae and Ilkwand Mines, Gyeongsang Basin, Republic of Korea, J. Geol. Soc. Korea, Vol. 13, No. 2, pp. 71-75.
58) 1977 CHANG, K. H.: Late Mesozoic Stratigraphy, Sedimentation and Tectonics of Southeastern Korea, Ibid, Vol. 13, No. 2, pp. 76-90.
59) 1977 CHOI, B. Y., SO, C. S. and PARK, B. S.: Bock Mechanical Properties of some Mesozoic and Paleozoic Sandstones in Korea, Ibid, Vol. 13, No. 4, pp. 237-246.
60) 1977 JIN, M. S.: Geochemistry and Copper Mineralization of the Granodiorite at Ilkwang Mine, Gyeongsangnam-do, Korea, Rep. on Geoscience and Mineral Resources, Vol. 1, pp. 1-36, KIGAM.
61) 1977 KIM, S. E. & KIM, Y. D.: Geology and Ore Deposits of Kyeongnam Mineralization Area, Ibid, Vol. 1, pp. 56-106.
62) 1977 KIM, S. E. & KIM, Y. D.: Geology and Ore Deposits of Haman-Gunbuk UNDP airborne anomaly area, Ibid, Vol. 2, pp. 5-34.
63) 1978 KOH, I. S.: 汐東圖幅内, 砂岩の堆積岩石學的研究(要約): 大韓地質學會誌, 14巻2号, p. 27.
64) 1978 朴 奉淳: 安東圖幅北端部の断裂形式; 上同, p. 28.
65) 1978 梁 承榮: *Trigonioides* (s.s.) *paucisulcatus* の ontogenetic variation に関して; 上同, p. 31.
66) 1978 金 恒黙: 慶北義城郡塔里の白堊紀慶尚系漆谷層より発見の龍化石研究; 上同, p. 32.
67) 1978 CHANG, K. H.: Aspects of Mesozoic and Cenozoic Tectonic History of Korea and Related Regions, J. Geol. Soc. Korea, Vol. 14, No. 2, pp. 25-31.
68) 1978 YANG, S. Y.: On the Discovery of *Nippononaia ryosekiana* from the Gyeongsang Group, Korea, Ibid Vol. 14, No. 2, pp. 33-43.
69) 1978 WON, C. K., KANG, P. J. and LEE, S. H.: Study on the Tectonic Interpretation and Igneous Pluton in the Gyeongsang Basin, Ibid, Vol. 14, No. 3, pp. 79-92.
70) 1978 CHANG, K. H.: Late Mesozoic Stratigraphy, Sedimentation and Tectonics of Southeastern Korea (II), Ibid, Vol. 14, No. 3, pp. 120-135.

71) 1978 CHO, J. D., KIM, I. B. & SUH, S. Y.: A Report of the gravity survey around the Kyeongju area, Rep. on Geoscience and Mineral Resources, Vol. 3, pp. 65-74. KIGAM.
72) 1978 UM, S. H., PAIK, K. H., LEE, H. Y. and Bong, P. Y.: Stratigraphy and depositional environment of Gyeongsang system in Korea (I), Ibid, Vol. 4, pp. 9-34.
73) 1978 KIM, S. Y., YOON, H. S., MOON, C. & SHIN, S. C.: Report on geochemical prospecting of Gyeongsang Sedimentary basin, Ibid, Vol. 4, pp. 133-190.
74) 1978 CHUNG, S. H.: Interpretation of aeromagnetic data in Kyungsang district, Ibid, Vol. 4, pp. 191-196.
75) 1979 梁 承榮：慶尚層群蓮花洞層より産した新種化石に関して(要約), 大韓地質學會誌, 15巻 1号, p. 101-102.
76) 1979 LEE, D. S. & YUN, H. S.: Geochemical Study of Black Shale in Uhhangri Formation, Haenam [illegible] J. Kor. Inst. Mining. Geol. Vol. 12, No. 4, pp. 207-221.
77) 1979 YUN, S. K., KIM, [illegible] & LEE, D. Y.: Hydrogeological investigation of the Daegu Basin, Rep. on Geoscience and Mineral Resources, Vol. 6, pp. 165-196.
78) 1979 UM, S. H.: Geology of Korea, Memoir of the Geological Society of China, No. 3, pp. 1-55.
79) 1979 CHOI, H. I.: Cretaceous fluvio-lacustrine sediments in the southwestern part of the Gyeongsang Sedimentary Basin in Korea, Memoir of the Geological Society of China, No. 3, pp. 195-218.
80) 1979 PAIK, K. H.: Stratigraphy and depositional environments of the Gyeongsang Basin (Cretaceous, non-marine) in the Jinju-Masan area, Korea (Abstract), Memoir of the Geological Society of China, No. 3, pp. 253-254.

追記 コロキウムの際に配布された上記文献表は必ずしも完全なものではない。例えば YANG, S. Y. (1974, 1975, 1976, 1978, 1979) が Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S. に掲載した一連の論文が脱落しており，日本の学者による最近の研究報告で慶尚盆地について言及したものも省かれている。

(1980年11月26日受理)

第15章，R. W. NEVILLE（オークランド大学，人口地理学）：人口変化の空間的パターン——農村地域と小都市における傾向。

第16章，K. B. CUMBERLAND：農業のための将来。

以上の16章の他に，CUMBERLANDの著作一覧が巻末につけられている。

CUMBERLANDが長くオークランド大学に勤務していたため，執筆者は同大学の関係者が多いが，その専門とするところは，地理学を中心に，バラエティーに富んでいる。

編者によると，第2章と3章は一般原則，第4章は資料収集の技術的問題，第5章から8章までは第1次産業がよりどころとしている天然資源，第9章と10章は土地利用のシステム，第11章から14章までは資源の利用と保全の問題，第15章と16章は土地利用と保全間のあつれき，の6グループから全体が構成されているという。

ニュージーランドは，日本の約4分の3の面積を持ちながら，人口はわずかに約320万で，農業を基盤とする経済政策がとられている。このような背景が，自然や資源の管理に日本とは較べものにならないほど厳しい態度をとらせているし，また，そのような態度をとることを可能にしている。しかし，森林資源の伐採による山地の荒廃，草地造成後に発生する土壌侵食などは，古くから環境破壊の問題としてとりあげられてきたし，最近では，農用地の市街地化にともなう環境破壊も，人口集中がみられるオークランドやウエリントンで発生していることが指摘されている。開発に伴なう環境破壊を食い止めることができずに，じりじりと後退し，苦悩していることを，筆者（松田）は，1978年から1979年にかけて，オークランド大学に滞在していた時に強く感じた。本書からも，その状況がうかがえる。ニュージーランドは，その国情からみると，このような問題に取り組みやすい条件を，もっとも良くそなえている国のひとつと言えるし，住民の意志を反映させるための手続きも，かなり良くととのっている。にもかかわらず，苦悩しつづけていることに，解決の困難さが端的に現われている。

本書は，資源の利用と保全や，各種土地利用の競合などという難問題に，多分野から寄稿を受けている。論文集であるので，全体の統一の悪さを感じないわけではないし，記載的な論文もみられるが，広く読まれるべきであると考えて紹介した。

（松田磐余）

R. コウエン著（浜田隆士訳）：生命の歴史，サイエンス社，B6版，255頁，1979年12月，1600円

本書はサイエンス社企画の地球の科学の全5巻中の1巻を占めるもので，ちなみに他の4巻は生きている地球，氷河時代，火山と地震，限りある資源となっている。原著者，R. コウエンはイギリスに生まれ，カリフォルニア大学で教鞭をとる古生物学者であり，訳者浜田隆士博士は東大，教養学部で教鞭をとりながら広く外国での諸学会への参加や外国での地質・古生物学研究に現地調査の経験を積まれ，斯学界に大いに嘱望されている若き学者でもある。この度のサイエンス叢書「地球の科学」の企画上の他の特色は片山信夫東大名誉教授の監修によるもので，本書の文章が監修者のことばにもあるように平明を旨として至極読み易くなっていることも見のがせない。

ふりかえり，本書の内容は今から30数億年前，地球上に画期的に出現した生命の誕生の事実から，それ以降，人類の出現と繁栄に至る長いタイムレンジ中に起った生物のうつりかわり，いいかえれば進化の有様とそのプロセスを自然環境の諸変化，すなわち，変革に富む地球発達の歴史に結びつけて地球科学に関する近代知識の観点から説明を試みようとしているものである。

第1の生命の起源の章は，生命は地球上の化学物質から進化してきたものらしいこと，初期の地球表面における条件がアミノ酸や蛋白質，核酸，それに原細胞，そしてついに生きた細胞をつくり出すに至ったこと，その最初の生命体は食物を化学物質に依存していたらしいが，光合成の進化によって太陽エネルギーを利用し，食物を自由に生産することができるようになったであろうこととしている。

第2の地球始原生命の化石記録の章では，化石

の保存，意義や価値にふれ，地球最古の堆積岩は約37億年前のもので，その中に含まれる最古の化石は単細胞の化石で，藻類とバクテリアとを含んでいた。そして生命の初期の世界ではそれら藻類の著しい繁殖が生物界に変革をもたらしたと述べている。

第3の雌雄性の進化の章ではオーストラリアの約9億年前のチャート層からの核をもつ化石細胞らしいものの発見にもとづき，生物界に核をもつ細胞の出現，さらに有性生殖が発達するに至る複雑なプロセスの説明がなされている。

第4の動物の形成の章では R. B. クラークの多細胞動物の進化に関する考え方を紹介し，原始的な先カンブリア代の生物からより進んだ形の生物群がカンブリア紀に出現するに至った経過を説明している。

第5の大陸移動と生命の歴史の章では大陸の移動によって地理が変化し，それによって気候も大きく変化し，その結果，生物界に大陸性と海洋性とが生じ，さらに大陸の分裂によって一段と生物界は多様化したことの特色をあげている。

第6の古生代の海の生命の章では化石を調べる方法，生層序学，化石の意義にふれ，二畳紀末のパンゲアの出現と生物の広汎な絶滅との因果関係をとりあげている。

第7の初期の脊椎動物の章では脊椎動物の起源とその進化の有様，第8の水中から空気中への章では魚類から両生類への進化，そして両生類の進化方向とその特色，第9の爬虫類の章では爬虫類の起源とその多様な爬虫類の特性，第10章では恐竜の進化，第11章では飛翔動物の出現と進化，第12章では哺乳動物の起源が記述されている。

第13のパンゲアの分裂と生命への影響の章ではパンゲアが三畳紀にすでにストレスを受けて割れ目を生じ，ジュラ紀に裂けはじめ，ついに白亜紀に大規模に裂けて海洋の流れをかえ，世界の気候は海洋性となって多彩な動物群が出現するに至ったこと，しかし，白亜紀末期にはそれらの多くの動物が絶滅するさま変りは，実は大陸移動がそれ以前にくらべてにぶくなったため，気候も変化したことに多分，原因するだろうとしている。第14章では新生代の哺乳動物の進化，第15章では霊長類の進化，第16章では氷河期の出現と植物・動物の興亡などが詳述されている。

以上のように本書は地球上における生物の創生からはじまり，第四紀の氷河の出現により生物界に大変遷が生ずるに至ったまでの長い地球発達史上の生物界の出来ごとを，斯学の最新知識をとり入れて，一貫した方針の下に記述しているばかりでなく，直接・間接に今後の課題点の指摘もあって，初学者はもちろん研究者にとっても多くの興味と示唆とを与える意味で本書を広く推薦いたしたい。 （前田四郎）

第10回国際地図学会議

第10回国際地図学会議および第6回国際地図学協会（ICA）総会は，日本国際地図学会および財団法人日本地図センターの主催，日本学術会議および文部，建設両省の後援のもとに，第24回国際地理学会議（IGC）と会期を接して，昭和55年8月23日から9月1日まで，経団連会館（大手町）を主会場として開催された。

会議には，53カ国から532人（海外257人，国内275人）および同伴者92人（海外76人，国内16人）が参加した。

主会場におけるセッションでは，1）情報伝達手段としての地図，2）環境保全のための地図の利用，3）都市域の地図表現，4）関連新技術の地図作成への応用，5）コンピューター技術による地図作成，6）地図技術者の養成等，現代地図学の主要テーマのもとに論文発表が行われたほか，ポスター・セッションおよび IGU とのジョイント・セッションも開催された。

このほか，ICA の総会およびコミッションとワーキング・グループのミーティング，技術巡検（8月27日），地域巡検（8月30日），展示（IGC と共催）等，すべての行事を盛会裡に終了した。

今総会で，中国等6カ国の新規加盟が決まり，ICA 加盟国数は59となった。また，1984年の第12回会議および第7回 ICA 総会は，パース（オーストラリア）で開催されることになった。1982年の第11回会議の開催地はすでにワルシャワ（ポーランド）と決定している。　（五条英司）

IGC 組織委員会の解散と事後処理委員会の発足について

第24回国際地理学会議組織委員会委員長
山木荘毅

第24回国際地理学会議ならびに，第15回国際地理学連合総会は，東京地学協会会員各位の絶大な御協力と御援助により無事終了することができました。厚く御礼申し上げます。参加各国の地理学者からも会議の成功と日本側の努力に対し謝意を表する多くの手紙が寄せられております。総務関係・財務関係の若干の未処理の問題，プロシーディングスの刊行等を除いて関連する事務をほとんど終了し，組織委員会は3月31日をもって解散いたしました。会議の開催経費につきましては，お蔭様で東京地学協会会員の皆様にこれ以上の御迷惑をかけずにすむことができました。これもひとえに，会の準備・運営は申すまでもなく，個人寄付や募金，その他いろいろな面でなみなみならぬ御支援と御助力を賜ったお蔭と感謝しております。

なお，今後の残務につきましては，下記のメンバーによる事後処理委員会を発足させ，ここで処理することが3月20日に開催された組織委員会で決まりましたことを御報告申し上げます。

記

IGC 事後処理委員会
山木荘毅（委員長）
木内信蔵（副委員長）（東京地学協会）
矢沢大二（〃）（プロシーディングス担当）
吉野正敏（事務局長）
河村武（総務担当）
岸本実（財務担当）
市川正巳（日本学術会議）
大矢雅彦（日本地理学会）
髙崎正義（ICC）

追 悼

坂本峻雄先生を悼む

我が国の地質学界の指導者の１人として活躍された坂本峻雄先生が亡くなられた。昨年４月25日のことである。

先生は，満蒙北支の地の地質調査に活躍され，戦後，日本に引揚げてこられてからは東大地質学教室の教授として研究と教育に専念され，幾多の弟子を育てられた。

私はお弟子さん達の中では最年長者であり，先生が東大を停年で去られるまで助教授としてお仕えした。温厚篤実な紳士の典型であられた。のちに先生が実は敬虔なクリスチャンとして人生を過されたことを知った

先生は高知で生れ育たれた。旧制の八高を経て東大理学部の地質学科に進まれ，大正13年に卒業された。父君は初期の田老鉱山の持主であった。このような家庭環境が先生をして地質学への道を選ばしめることとなったのであろう。

先生は大学卒業後，直ちに南満州鉄道株式会社に入社され，その地質調査所に勤務された。そこでの地質調査活動は第２次大戦の終了時まで続き，その範囲は中国の現東北地区（旧満州）から蒙古，北支にまで及んだ。

大正14年，中国東北地区の煙台炭鉱の夾炭層の母岩の中に大量の礬土頁岩を発見された。昭和12年から16年にかけて，炭田調査の手法の中に，地表調査及びボーリング調査に新たに物理探査の技術を我が国としてははじめて導入され，北支カイラン炭礦の鉱区外に大量の石炭が存在することを発見された。

昭和２年，渡米され，ウィスコンシン大学の地質学科大学院に入学し，ここで堆積学の権威TWENHOFEL教授の教えを受けられた。また，LEITH教授の指導のもとに，スペリオル湖における縞状鉄鉱の成因について研究された。このことが後年，先生をして日本の地質学の中に堆積学の分野を樹立せしめた起因となったのであろう。

昭和19年，「ボーキサイトおよび礬土頁岩鉱床」なる論文によって理学博士の学位を得られた。

昭和14年からは満鉄の地質調査所長ともいうべき地位につかれ，大きな成果を挙げられた。

昭和20年終戦，その後暫く現地にあって苦労されたが昭和23年帰国，昭和24年11月から東大教授となられた。地質学第５講座を担当され，「堆積論」の体系化に努められた。その中にあって「海洋地質学」の幕明けの時代が到来したことを予見され，弟子の中からその道の専門家を多く育てられた。筆者もその１人である。

昭和36年，東大を停年退官，以後，住友商事の技術顧問として活躍を続けられた。

昭和36年から２年間，日本地質学会会長として学会の振興に尽された。

昭和46年以降の４年間は東京地学協会の副会長として斯界の振興に尽力された。

各省庁の審議会の委員や専門委員としての御活躍は枚挙にいとまなしである。

また，昭和30年から２年間，ユネスコ派遣技術援助専門家としてアマゾン河流域の開発計画作成に努められた。

以上，坂本先生の生涯の梗概を述べさせて頂いたのであるが，まことに地質学の進展のために尽された一生であった。

明治33年12月17日のお生れであった。享年79歳，心から御冥福をお祈りする次第である。

（奈須紀幸）

末野悌六会員の逝去を悼む

本協会副会長末野悌六博士は，去る昭和55年10月12日，入院先の筑波大学付属病院で，胃ガンのために逝去された。ここに謹んで哀悼の意を表する。

末野博士は本協会の監事(昭和24～28年)，評議員（昭和28～48年）を歴任，さらに昭和50年5月からは副会長として坪井会長をたすけ，最後まで東京地学協会のために尽力された。たまたま副会長就任のころには，協会の将来について種々の困難が予想されたので，その対策樹立のために将来検討委員会を設置することを提案し，自らその委員長となった。将来検討委員会においては，広い範囲にわたって自由討論が行なわれたが，その中から三つの具体的な成果が生れた。その一つは地学会館の改築であり，その二は定款改正原案の作成であり，その三は地殻開発に関係したシンポジウムの開催である。これらは，いずれも協会の運営の基礎固めとなる成果であって，坪井会長はじめ関係会員の協力によるところが大きいことはいうまでもないが，その推進の中心となったのは末野委員長であった。

末野悌六博士は，明治34年3月18日新潟県村上市で，父稲葉真吉郎，母柔(じゅう)の間の六男として誕生，大正14年4月末野キク子と結婚して，大阪の末野家の養子となった。大正14年3月東京帝国大学理学部地質学科卒業，同15年4月から昭和4年12月までは，大学院に在籍して，坪井誠太郎教授の指導のもとで岩石学を専攻した。研究の主題は茨城県西堂平の基性岩であったが，後年その成果をまとめた業績に対し理学博士の学位が授与された。

昭和4年12月からは，東京工業大学で研究と教育に従事した。この期間の代表的な業績は，「屈折率測定に標準硝子粉末を用ふる法」である。これは鉱物光学と窯業工学の学際的研究であり，以後の末野博士の活躍の方向がここに示されたものといえよう。昭和7年10月には助教授となり，主として窯業科の学生の指導に当ったが，教室での授業に留まらず，山岳部長としての合宿生活，碁・将棋・麻雀から酒の飲み方に至るまで，全人格的な指導によって多くの有為の人材を育成した。

昭和17年4月から昭和21年3月までは，地質調査所に技師として勤務，昭和18年4月には第二部長に任命され，戦時下の資源開発に奔走した。その間では，土窯(どがま)製鉄の仕事が代表的なものである。また，焼失後の庁舎探しに尽力して，溝ノ口の旧海軍の光学工場跡が獲得できるようにした功績も大きい。

昭和22年7月には，日本学術振興会に第111鉱物新活用研究委員会を創立，昭和31年4月までその委員長を勤めた。昭和24年4月から1年間は窯業協会会長を勤めた。昭和26年12月から昭和31年3月までは，東京医科歯科大学の教授として，歯科用無機材質の研究に当った。昭和31年4月から昭和41年12月までは，小野田セメント株式会社の顧問を勤めた。昭和38年から40年にかけては，現在の無機材質研究所の設立のために奔走し，昭和41年以降その運営委員であった。これらの活躍を通じて，末野博士は，岩石鉱物学と窯業工学の学際的研究の発展のために尽くされたのである。

（片山信夫）

協会記事

臨時理事会（昭和55年12月10日）

出席者：木内副会長，川上，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事

議　事：坪井会長と懇談後，臨事理事会を開き，坪井会長の御意志を尊重し辞任を了承した。

編集委員会（55年度第5回　昭和56年1月20日）

出席者：前島委員長，井上，佐藤，式，諏訪，松田，山口各委員

議　事：第90巻3号の編集について審議した。

理事会（55年度第6回　昭和56年1月30日）

出席者：木内会長代行，川上，木村，坂倉，佐藤(久)，佐藤(光)，西川，山内各理事，矢嶋，矢沢各監事

議　事：

1. 総会を5月30日(土)，評議員会を5月16日(土)に開催することとした。
2. 将来検討委員会より「将来構想策定に関する答申」，及び「地殻開発小委員会の答申」が提出され，将来検討委員会は1月30日で解散することを承認した。
3. 次の正会員の入退会の申込を了承し，評議員会に提案することとした。
   入会，満塩博美，嶋崎吉彦，中野和敬
   退会，笹嶋貞雄，林秀則，谷岡武雄，篠原勇，志保井利夫（55. 8. 12死去），河井正虎(55. 11. 20死去)，植田房雄（56. 1. 8死去）
4. 予算編成方針について木村理事より説明があり，会費値上げの提案があった。次回の理事会で更に審議することとした。
5. 国連大学との共同シンポジウムを10月11日から16日まで開催することが承認された。
6. 不用の地図については国会図書館以外でも希望者があれば寄贈する事を了承した。
7. 坪井会長の会長辞任に伴う理事辞任を了承した。

報　告：

選挙人候補者の推薦結果について報告があった。

会館委員会（55年度第5回　昭和56年2月16日）

出席者：山田委員長，石和田，梅沢，片山，川上，坂倉，式，平山各委員および有田事務局長

議　事：

1. 貸室利用状況の報告があった。
2. 会館特別会計の56年1月31日現在の残高説明があった。
3. 什器備品処理について検討した。
4. 事務室設備工事も検討した。

日本地学史資料調査委員会（第28回昭和56年2月21日）

出席者：小林委員長，石山，今井，岡山，川上，諏訪，土井，湊，渡辺各委員

報　告：

1. 土井委員より高島北海の資料が提示された。
2. 今井委員より明治23年の日本地質図が提示された。
3. 湊委員より渡辺萬次郎先生の口述記録のまとめの報告があった。
4. 渡辺委員より1982年8月 Budapest で開かれる第10回 INHIGEO シンポジウムの First Circular の紹介があった。

議　事：

1. 個人伝記カード，地学史文献集の補遺，総目録の目次など，56年度中に集約できるよう努める。
2. 本委員会の経過報告の内容が承認され，地学雑誌にのせるよう諏訪委員を通じて編集委員会に提出する。
3. 本年度予算で石山委員の使用したアルバイト代の支出を決定。
4. 次の口述記録を小牧(地理)，大橋（地質）両先生にお願いすることに決定，早速準備にとりかかる。
5. “Geologist and the History of Geology” 5巻（18万円）を地学協会で購入するよう申し入れる。

図書委員会（第11回　昭和56年1月23日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，平山，前島，戸谷各委員

議　事：前回議事録承認の上，前回委員会以後の図書関係事項について委員長より報告，坂倉理事より説明が行われた。次いで議事に入り，主として現在交換中の定期刊行物の取り扱い，および保管図書の分類整理に関して検討が始められた。

図書委員会（第12回　昭和56年2月17日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，平山，戸谷各委員

議　事：前回議事録の承認の後，坂倉理事より前回委員会以降の理事会図書関係事項について説明が行われた。また，収納不可能な図書，地図類の寄贈が終った旨報告が行われた。上記寄贈先は地質調査所，国立国会図書館，東京大学海洋研究所，農林水産研究情報センター，東京都立大学，東京学芸大学（夫々への寄贈図書目録作製ずみ）などである。協会に収納した図書の今後の整理方法，目録作製，交換図書の扱いなどについて検討を行った。

編集委員会（55年度第5回　昭和56年3月20日）

出席者：前島委員長，井上，式，佐藤，諏訪，前田，神戸，五条，山口各委員

議　事：第90巻4号の編集について審議した。

会員委員会（昭和56年4月16日）

出席者：佐藤委員長，岩生，坂倉，小関各委員

議　事：

1. 坪井誠太郎会員を名誉会員に推薦する件，本件に関しては総会に計りたいとの意見を理事会に申し出ることとした。推薦理由については岩生委員がとりまとめた資料に基づき委員長のところで作製することとした。
2. 長期会費滞納者の取扱いについて討議した。

会館委員会（55年度第6回　昭和56年4月23日）

出席者：山田委員長，梅沢，片山，川上，佐藤，坂倉，式各委員，および有田事務局長

議　事：

1. 貸室利用状況の報告があった。
2. 会館会計の56年3月31日現在の残高説明があった。
3. 昭和56年度会館会計の収支予算案を了承した。
4. 昭和55年度会館会計の収支決算案を検討した。
5. 建設2年目の定期点検の立会について検討した。
6. その他

行事委員会（55年度第2回　昭和56年3月28日）

出席者：西川委員長，佐藤，中村各委員

議　事：5月30日の総会当日における講演者について相談した。

国連大学との共催シンポジウム(1981)準備委員会（昭和56年3月28日）

出席者：山内　肇，佐藤光之助，佐藤　茂，湊　秀雄，西川　治，高崎正義，嶋崎吉彦，大矢雅彦，中村和郎，浜田隆士，中野和敬，三上岳彦，柴田匡平，山口恵美子（書記），有田忠雄（協会事務局）

議　事：

1. シンポジウムの主題を「人類の発展における地球科学の役割—資源と環境—」とする。
2. 日程は10月11日（日）～16日（金）とする。
3. プログラム案は次のとおり了承された。

セッション 1. 地球環境のはらむ諸問題
- (1) 生物学的地球科学からみたサイクル論
- (2) 気候変動と人類
- (3) 水資源問題
- (4) 環境への影響と正常化

セッション 2. 資源調査と開発に対する地球科学の役割の増大
- (1) 土地利用と評価
- (2) 鉱物資源の探査と開発——とくに小規模資源の活用——
- (3) リサイクリングの地学システム

セッション 3. エネルギー源への新しい視点
- (1) 化石燃料の将来像
- (2) 地熱利用の諸局面
- (3) 再生可能エネルギー

セッション 4. 資源問題の展望とモデル化
- (1) 専門家養成教育と資源評価

(2) 天然資源のモデル化とシステム科学

(3) 人類の発展への地球科学者の貢献

4. 予算案，委員の役割分担，趣意書の内容等について審議した。

訃　報

本協会会員　中田正次君は昭和55年12月13日逝去された。ここに謹んで哀悼の意を表する。

会長代理　木内信藏

前事務長　前川秀一氏（昭和33年９月～55年３月）が去る３月26日享年79歳をもって逝去され，本会からも弔辞ならびに香典を献呈した。

東京地学協会 取扱い出版物　▲印 新刊

$\frac{1}{7.5万}$ 地質図及び説明書 各 490円 〒 450円	$\frac{1}{20万}$ 地質図 各〒 350円（左上から定価順，アイウエオ順）						$\frac{1}{50万}$ 地質図 各〒350円
	各440円	各620円	各870円	各1,310円	1,630円	2,350円	各500円
鬼首	伊良湖岬	網走	天塩	▲大多喜	久遠	弘前及び深浦	八丈島
高松	高知	酒田	尻屋崎	釧路	1,780円	2,460円	奄美大島
徳島	野辺地	標津	各1,140円	知床岬	▲横須賀	札幌	1,960円
勿来	羽幌	深浦	剣山	豊橋	1,870円	2,510円	鹿児島
	松山	宮津	斜里	野母崎	旭川	▲秋田及男鹿	2,320円
	輪島	稚内	鳥取	宮古島	2,060円		釧路
			根室		▲枝幸		
			留萠				

備考：ご注文品の代金（送料共）は前金でお願い致します。（正会員一割引）
2部以上の時は，全体としての送料になりますので，事前にご連絡下さい。
振替口座　東京0－66278
第一勧業銀行 麹町支店（普）1404044
三菱銀行 麹町支店（普）4048103
銀行振込の場合には，銀行からはお名前と金額しか知らせてきませんので，事前に注文品と住所・氏名を**お知らせ下さい**
（現金書留は勿論結構ですが，郵便切手同封によるお申し込みは取り扱いません）**入金次第発送申し上げます。**

通産省 工業技術院 地質調査所発行の地質図幅
販売元　〒102　東京都千代田区二番町12－2
社団法人　東京地学協会
電話 東京（03）261-0809，262-1401

地学雑誌（隔月発行）1カ年 9,900円（送料共），巻号によっては分売もします。

東京地学協会 取扱い出版物　▲印　新刊

1/5万 地質図及び説明図（左上から定価の順で，同一価格のものはアイウエオ順）

各 460円
〒 450円

赤穂
秋葉山
上松
足尾
厚田
阿仁合
飯田
今治西部
伊予三崎
岩内
岩館
宇部
宇部東部
襟裳岬
大垣
大迫
大畑
近江長浜
大屋市場
尾花沢
渡島小島
鬼鹿
小浜
飫肥
蟹田
海南
唐津
冠島
霧島山
串本
鞍岡
国分
甲府
昆布森
猿留
須坂
田沢湖
但馬竹田
垂水
丹後由良
土淵
都農
津山東部
都井岬
当別
動木
苫前
富高
那智
男体山
沼田
鋸崎
羽幌
浜益
東茂住
燧岳
人首
平戸
船津
幌加内
本岐
幌泉
母衣月
三日市
三厩
門別
吉野山
呼子
留萌

各 600円
〒 450円

荒島岳
伊万里
内之浦
渡島大島
大槌・霞露岳
大間・佐井
蛎ノ浦
加治木
勝本・郷ノ浦・芦辺
金木
鹿屋
上里
草津
小口瀬戸
佐用
志布志
新宮・阿田和
周匝
達布
田並
太良鉱山
近川
月形
徳舜瞥
仁位
根雨
羽島
初浦
肥前高島付野母崎
日向青島
肥前江ノ島
弘前
深浦
三島
三田井
見付・掛塚
焼石岳
八幡浜・伊予高山
涌谷
若柳

各 890円
〒 450円
（△印説明書なし）

△伊東
五所川原
△横田
脇野沢

各 1,390円
〒 450円

▲粟島
磯浜
稲取
伊良部島
岩沼
魚津
渡島福島
川尻
金華山
熊石
五城目
修善寺
下田
尻屋崎
多良間島
鶴居
利島
富江
那珂湊
野尻
彦根東部
都城
御蔵島
三崎
陸奥川内
屋久島西南部
八雲
米内沢

各 1,510円
〒 450円

羽後和田
小諸
酒田
知内
大樹
大正
館
多里
津幡
宮古島北部

各 1,840円
〒 450円

▲相沼
秋田
浅舞
▲油川
上石見
木古内
千歳
本荘
神門
八ガ岳
湯沢
▲遊楽部岳

各 2,390円
〒 500円

伊予鹿島・宿毛
▲帯広
栗栖川
坂城
▲白木峰
▲太平山
竹田
蓼科山
津島
藤沢
若桜
宮古島

2,390円
〒（都内 600
第一地帯 700
第二 〃 850
第三 〃 1,000）

浜松

2,610円〒500円

▲鴨川

2,620円〒500円

▲亀山

2,700円〒500円

▲龍神

2,790円〒500円

江住

2,850円〒500円

▲上郡

東京地学協会 取扱い出版物　　▲印 新刊

日本油田ガス田図　各〒 450円

No.	名称	縮尺	価格
No.1,	青山奥	縮尺1/ 5万	820
No.2,	横浜	1/ 1.5万	820
No.3,	横須賀	1/ 2万	820
No.7,	魚沼 説明書付	1/ 5万	3,410 〒 800
No.8,	本宿	1/ 2.5万	1,510
No.9,	七谷	1/ 2.5万	820
No.10,	茂原	1/5万・1/1.5万	2,140
No.11,	佐渡 説明書付	1/ 5万	3,020 〒 800

日本炭田図　各〒 760円 (1.2.8.13は都内 760円 第一地帯880円第二1,030円第三1,180円)

No.	名称		縮尺	価格
No.1,	常盤炭田図	説明書付	縮尺1/ 5万	1,760
No.2,	北松炭田図	〃	1/ 2.5万	2,930
No.3,	留萌炭田大和地区	説明書付	1/ 2.5万	730
No.4,	常盤炭田泉地域	説明書付	1/ 1万	730
No.5,	釧路炭田新縫別地域	説明書付	1/ 1万	730
No.6,	石狩炭田空知地区東芦別地域	説明書付	1/ 1万	1,330
No.7,	釧路炭田北西部	説明書付	1/ 2万	1,330
No.8,	雨竜一留萌	〃	1/ 2万	2,930
No.9,	佐世保市南西部	〃	1/ 1万	1,330
No.10,	新潟県赤谷	〃	1/ 5000	1,330
No.12,	佐世保西南部地域	説明書付	1/ 1万	1,760
No.13,	天北炭田地質図 炭層対比図炭柱図 天北炭田説明書	組の場合7,730	1/ 2.5万	4,190 2,650 1,330

北海道金属非金属鉱床総覧　縮尺$\frac{1}{80万}$　各〒 450円

I.	新第三紀後期一第四紀の鉱化作用	610
II.	新第三紀の鉱化作用	590
III.	古生代後期一第三紀初期の鉱化作用	560

空中磁気図　縮尺$\frac{1}{20万}$　各〒 450円

I.	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
II.	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
III.	浜頓別-雄武-網走海域	590
IV.	御前崎-浜松-豊橋海域	590
V.	西九州長崎-川内海域	590
VI,VII.	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
VIII,IX,X.	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-襟裳-積丹海域	1,030
XI,XII.	輪島-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-花巻海域	1,030
XIII.	福井-豊岡-隠岐海域	590
XIV,XV,XVI.	豊橋-串本-室戸-延岡-佐多岬海域	1,550
XVII,XVIII.	天北-十勝地域	590
XIX,XX.	日高-大雪地域	590
XXI,XXII.	奥尻-津軽-男鹿半島-酒田海域	1,030
XXIII.	五島列島-野母崎-男女群島-甑島海域	1,030
XXIV.	北見地域	590
XXV.	大隅半島-屋久島-種子島東方海域	1,030
XXVI.	佐渡相川-輪島-糸魚川-七尾海域	1,030
XXVII.	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島-房総沖海域	1,030

日本地質図索引図（I）(1960～69) 日本東部 (〒 500)	3,160
日本地質図索引図（II）(1960～69) 日本西部 (〒 500)	3,700
日本地質図索引図第3集 (1970～74) (〒 1000)	4,710

▲地質図 目録図 1981年版(〒300)	720
海洋地質図 目録図 (〒300)	750

斉藤報恩会発行，増田孝一郎・野田浩司著
日本の第三紀及第四紀軟体動物のチェックリスト
(1950-1974)（正会員割引無）
定価 9,000円(〒都内 710円，第一地帯 830円，第二 980円，第三 1,130円)

ISSN 0022-135X

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 4 (844), 1981

目　　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会　取扱い出版物　　▲印　新刊

日本地質図　　各〒 450円

	縮尺	価格
日本地質図（4枚1組）	縮尺1/100万	4,690 〒500
同上説明書:Geology and Mineral Resources of Japan（第三版）〒都内 760円，第一地帯 880円，第二 1,030円，第三 1,180円		3,780
No. 4，日本地質図（3枚1組）	縮尺1/200万 シリーズ	1,560
No. 5，日本炭田図		890
No. 8，日本温泉分布図 }組の場合1,950 〒 500		1,280
日本温泉鉱泉一覧		930
No. 9，日本油田ガス田分布図		1,150
▲No.11，日本の火山（2版）		1,350
No.13，日本変成相図　説明書付		700
No.14，日本鉱床生成図(鉱種・時代)		720
No.15-1，日本鉱床生成図（モリブデン・タングステン・錫）		940
No.16-1，絶対年代図(花崗岩)		650
No.16-2，絶対年代図(変成岩)		900
No.17-1，粘土鉱床分布図 説明書付		1,370
No.17-2,3,4，日本鉱床分布図（銅・鉛・亜鉛・マンガン）		3,010
No.17-5,6，日本鉱床分布図（金・銀・水銀・硫黄・石膏）		2,120
No.18，日本活断層図　説明書付		930
No.19，日本熱水変質帯分布図		1,540
▲熱水変質帯・温泉沈澱物一覧		990
▲No.20，日本地熱資源賦存地域分布図		1,330
▲No.21，日本温泉放熱量分布図		1,310
An Outline of the Geology of Japan（地質図と説明書）	縮尺1/500万	1,030

地質構造図　　各〒 450円

	縮尺	価格
No.1，秋田	縮尺1/ 50万	890
No.2，後期新生代　東京(付図4)	1/ 50万	1,280
No.3，第四紀変動図 近畿(付図3)	1/ 50万	1,580
No.4，伊豆半島活断層図 説明書付	1/10万・1/5万	1,390
No.5，信越地域活構造図	1/ 20万	1,560

特殊地質図　　各〒 450円

	縮尺	価格
No.11，山形市北部　　説明書付	縮尺1/ 5万	850
No.13，佐世保北部	1/ 2.5万	850
No.15，石狩沖積低地　　説明書付	1/ 10万	1,240
No.17，鬼首	1/ 2.5万	650
No.20，東京湾とその周辺地域　説明書のみ	1/ 10万	1,080

火山地質図　　〒 350円

	縮尺	価格
▲No.1，桜島火山地質図 裏説明書	縮尺1/ 2.5万	1,210
▲No.2，有珠火山地質図 裏説明書	1/ 2.5万	1,140

▲地熱地域等重力線図　　〒 450

	縮尺	価格
〔北海道・本州・九州〕(20地域)	縮尺1/ 5万	3,730

水理地質図　　各〒 450円

		縮尺	価格
No.4，	山梨県釜無川・笛吹川流域	縮尺1/ 5万	650
No.5，	香東川・土器川・財田川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.6，	愛媛県金生川・加茂川・中山川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.7，	千葉西部	1/ 10万	650
No.8，	奈良県大和川流域	1/ 5万	650
No.11，	長野県松本盆地　説明書付	1/ 5万	650
No.12，	兵庫県南西部　説明書付	1/ 10万	650
No.13，	佐賀・福岡県筑後川中流域	1/ 5万	650
No.15，	都城盆地　説明書付	1/ 10万	650
No.16，	仙台湾臨海地域	1/ 10万	840
No.17，	高知県鏡川・国分川・物部川流域	1/2.5万	650
No.18，	福岡・大分県山国川・駅館川流域	1/ 5万	650
No.19，	熊本県白川・黒川流域	1/ 5万	650
No.20，	鳥取県日野川流域	1/ 5万	840
No.21，	福岡県矢部川中流域	1/2.5万	840
No.22，	山梨・長野県釜無川上流域	1/ 5万	1,110
No.23，	長野・群馬県湯川・吾妻川流域	1/ 5万	1,390
No.24，	長野県千曲川中流域	1/ 5万	1,390
No.25，	島原半島	1/ 5万	1,510
No.26，	長崎県諫早・北高地区	1/ 5万	1,260
No.27，	長野県上川・柳川・宮川流域	1/ 5万	1,260
No.28，	福島県郡山盆地	1/ 5万	1,390
No.29，	福島盆地	1/ 5万	1,540
▲No.30，	甲府盆地	1/ 5万	1,530

海洋地質図　　各〒 450円

		縮尺	価格
No.3，	相模灘付近海底地質図(付図4) 説明書付	縮尺 1/ 20万	1,840
No.4，	相模灘付近表層堆積図(付図3)	1/ 20万	1,630
No.5，	紀伊水道南方海底地質図(付図3)	1/ 20万	1,700
No.6，	紀伊水道南方表層堆積図(付図2)	1/ 20万	1,280
No.7，	琉球島孤周辺広域海底地質図(付図7)	1/100万	3,610
No.8，	西南日本外帯沖広域海底地質図	1/100万	2,000
No.9，	八戸沖表層堆積図(付図5)	1/ 20万	2,350
No.10，	八戸沖海底地質図(付図3) 説明書付	1/ 20万	1,970
No.11，	日本海溝・千島海溝南部(付図4)	1/100万	2,650
No.12，	西津軽海盆表層堆積図(付図6)	1/ 20万	2,440
▲No.13，	日本海南部及び対島海峡(付図3)	1/100万	2,430
▲No.14，	北海道周辺日本海・オホーツク海(付図3)	1/100万	2,750
▲No.15，	日本海中部海域広域海底地質図(付図3)	1/100万	2,990

写 真 1

写　真　2（上）　　写　真　3（下）

ペルーアンデスの段々畑

アンデサイトの語源を知らない人は少なくても，遡ってアンデスの名がスペイン語の andana（段，蚕棚）に由来するという説のあることを知る人は多くないだろう。インカ時代以来のこの段々畑は，今もアンデネリーアと呼ばれている。といえば，アンデスでは至るところに段畑が分布しているようにみえるが，実際はそれほどでもなく，まして大規模なものは滅多にみられない。写真は筆者の出合った限りでの最も美事な段畑で，チチカカ湖の北のアマゾン斜面，Sandia 川の源流部。写真1畑は海抜4300m 前後のモレーン帯の直下から築かれ，谷壁斜面を埋めつくしている。片岩・千枚岩の地帯なので石段の材料にはこと欠かない。写真2他の地方では段々が10～15度ほどの斜面であることが多いが，ここではほとんど水平。作物はじゃが芋・キヌワと麦類などで，専ら天水に頼るため，雲のかかりやすい高度が選ばれるらしい。写真3谷底のCuyo-Cuyo村。高度約3600m。埋積谷床に新しい畑が広がり，一方，上の方の不便な段畑は捨てられて崩れかけている。なお段畑の放棄は一般的な現象で，おもにスペイン人渡来後の人口減少によるという。

（1963年7月佐藤　久撮影　Photo by H. SATO）

地学雑誌 90, 4 (1981)

石炭地質と石油地質，その接点*

坂倉勝彦

Coal Geology and Petroleum Geology, Their Point of Contact

Katsuhiko SAKAKURA

Abstract

Since the end of the second world war, coal and petroleum geologists in Japan have worked in different ways. To rehabilitate devastated japanese economy, prime importance was given to the increase of coal production which necessitated opening of new mines and development of new areas, until then remained undeveloped mostly because of unfavorable geological condition, therefore, this activated coal geology including coal petrology, and, geologist was required to submit more detailed and pragmatic geological informations to mining engineer, which rendered him to be inclined to mining geology than pure or academic geology.

On the other hand, petroleum geologist, confined in small oil fields in Japan for nearly 20 years, was obliged to learn in literature new conceptions advanced abroad after war years, such as sedimentary basin, sedimentology, subsurface geology, etc. Consequently, his interest inevidently parted from detailed geology and tended to pure geology, resulting the loss of conversation between coal and petroleum geologies.

However with increased concern on appraisal of maturity of resource rock, geochemist found out in early 1970s the existence of parallelism between maturity of kerogene and coalification, and that reflectance of vitrinite, of which studies were advanced by coal petrologist especially in last twenty years, is a good indicator for determination of maturity.

This new geological (optical) method will allow petroleum geologist to have say not only on maturity, but also on maximum depth of subsidence, tectogenesis and geothermal history, if it is carried out pertinently.

The author emphasizes the necessity of full partipation of experienced coal petrologist with sufficient knowledge on macerals and coalification, (in petroleum exploration,) because vitrinite in sedimentary rock is poor in volume and sometimes not easy to pick out true vitrinite from other resembling organic materials.

I. 石炭地質と石油地質の乖離

石炭地質と石油地質とは，いずれも炭化水素を対象とする応用地質の一分野であるが，第二次大戦までの日本では，互いに共通する面が多かった。それは共に層序と構造の研究が主であったためで，大学時代に岩石・鉱物を専攻した学生が，実社会では金属鉱業に向ったように，層序学・古生物学を専攻したもの

* 昭和55年10月25日東京地学協会における講演に一部加筆したものである。

は，石油または石炭鉱業に進むのが普通であった。本質的には現在でも同様と考えられるが，石油・石炭の両部門のそれぞれの進歩と共に，両者の間隔は拡がり，互いに独自の道を歩いて最近に至っている。これは，往時の，地表調査による背斜構造の発見が石油地質の最大の課題であった時代の終ったことを意味しよう。

鉱業と関わりのある石炭地質の戦前の状態は，一般的に言えば，学界あるいは民間を問わず，少数の石炭地質専門家は，炭田の層序・構造を明らかにし，地質図・地層柱状図・炭層柱状図・地質断面図・炭量の予想・炭質の概要を提供すれば，それで事が足り，それから先は鉱山技師の仕事であった。地質家には，高所から見通して大きな過ちを犯さないことが要求され，企業内ではアドバイザー的な，言い換えれば地質学者的な存在であった。

この状況は，戦後に至って，非常な変化をきたした。荒廃した国土の復興のために，最初にとりあげられたのは，傾斜生産方式と呼ばれた重点的な石炭増産であったが，これによって，戦前の1/2に落ちていた終戦時の生産高は，昭和36年には5500万屯と，戦前のレベルに迄恢復した。このために新炭坑の創出，新区域の開発が活発に行なわれたが，これらの新たな開発区域は，もともと地質構造や炭層条件が劣悪なために開発の見送られていた場合が多いので，従来のような調査精度では目的は達せられず，より徹底した精査を必要とした。

例えば北海道の炭田では，小さな沢毎に縮尺100分の1の連続層序柱状図を作製して，対比と岩相の変化を明らかにすると共に，断層は“皮はぎ”によって追跡して，その性状を確かめた。また，九州の海底炭田では，海底地形図・ドレッヂによる基盤採取に始まり，アクアルングが日本に紹介された翌年（昭和29年）には早くも仏国製の器具を導入し，ヘルメット式潜水と共に，海底の実査が行なわれた。物理探査では，昭和32年浮遊曳航法による日本最初の海上地震探査が，また35年には米国 MGS 社のスパーカー探査が実施されるなど，当時としての最新の技術が駆使された。

一方，炭坑の採掘現場が深部に進み，採炭の機械化が進捗すると，これらの高価な設備の導入には，採掘区域の範囲や炭層の変化，炭量の予想精度を高めることが，採鉱側からも要求され，従来は金属鉱山でしか行なわれていなかった“坑道スケッチ”もルーチンの作業として取入れられた。

このようにして，開発や生産により結びついた調査が増えるにつれ，石炭地質家は学者型から技師型に変貌していった。彼等の活動は昭和30年代の後半に始まる燃料革命―エネルギーの流体化―によって頓挫を来たし，多くの炭坑の閉山は多数の有能な石炭地質家に転向を余儀なくさせた。

一方，ジャバ・スマトラ・カリマンタン・北ボルネオ・ビルマ等の南方油田で戦時中活躍した石油地質家達は，戦後長期にわたって国内にひっそくせざるを得なかった。その間に外国における石油地質の進歩は目ざましかった。その一つは堆積盆地の概念と堆積論の進歩であろう。Subsurface geology は，試掘技術の進歩による深部油田のデータ増加により，地表地質の研究では得がたい貴重な情報をもたらした。これらの進歩を，主として文献から学び，その一部を国内の油田に応用追試するなどのほかは，アラビヤ石油の関係者を除き，活躍の場に恵まれなかった日本の地質家も，30年代の後半から逐次外国の油田との関わりを持つようになり，特に40年代に入ってから直接自らの手で探鉱を行う場合が増えてきた。石油地質の進歩向上もこの動きに伴っているが，まだ1，2の分野を除いては，外国のレベルとのギャップは埋められていない。

現在の石油の探鉱は，広域な堆積盆地の地史と堆積論に基づいて，対象の地域が石油を賦存する可能性があるか否かの研究から出発する。もし可能性があるならば，地震探査等により地下の地質情報を集め，有望と見られるトラップに対して試掘する，という方向に進んでいる。従って，この段階での石油地質はアカデミックな傾向が強く，前述した鉱山地質的な方向に進んだ石炭地質との間に乖離が生じたのは止むを得ないことであった。

かくして，共に炭化水素資源を対象としながら，両者の会話は途切れる許りであったが，昭和50年代に

なって石油地質と石炭地質の関係が更めて見直されるようになった。

この接点は，石油と石炭それぞれの生成論に関係するものであるが，石油に関しては，最近の地学雑誌にも浅川　忠氏の論述があり，石和田靖章氏の東京地学協会での講演* もあったので，最近比較的触れられることの少ない石炭化作用の概要を述べることから論を進めたい。

II. 石炭化作用と石炭の組織成分

石炭は陸生高等植物が泥炭として堆積し，これが地下に埋没し徐々に変成作用をうけ，各種の石炭を作り，最終的には石墨の段階に到達することは良く知られている。この変成作用を石炭化作用と呼ぶが，その最初の段階は泥炭化作用（Peatification）である。泥炭は大体 10 m 位の深さまで，生化学的続成作用が行なわれ，上部では好気性バクテリヤや菌類が働らき，下部では嫌気性バクテリヤの働らきが盛んになる。それ以下の深度では，物理化学的続成作用が主で，炭素の増加，圧縮による水分の増加(孔隙の減少)と共に腐植質が形成され，フリーセルローズの減少が進み，漸移的に褐炭に移り変る。

褐炭から先の変成作用はプロパーな石炭化作用で，この段階では，炭素は徐々に増加，酸素のスムースな減少，水素は，始めは徐々に減るが，C＝85%以上で急激に減少，揮発分は減少，固有水分はC＝90%迄は逐次減少，などが行なわれる。また発熱量はH＝4.5%までは上昇，比重はC＝85%のとき最低(1.25)となり，以後は増加に転ずる。色調は次第に深まり，光沢反射性は高まる。孔隙はC＝85～90%で極小となる。

かかる物理化学的変成作用の各段階に応じて，石炭は，褐炭→亜瀝青炭→高揮発分瀝青炭→中揮発分瀝青炭→低揮発分瀝青炭→半無煙炭→無煙炭→メタ無煙炭と呼ばれる。従って，この分類は石炭化作用による変成度の段階を現わすことから Rank と呼ばれる（第1図左)。

石炭化作用の進捗に伴なう上記の物理化学的変化は，決してリニアーには進まない。それ故全 Rank を識別するに便利な単一のパラメーターはなく，Rank のある範囲毎に適当なパラメーターを選ぶ必要がある。例えば，高揮発分瀝青炭までの段階では，無灰水分，無水無灰発熱量が，それから先の段階では，無水無灰の揮発分量や，後述するビトリニットの反射率が良いパラメーターとなる（第1図右)。またこの表には示されていないが，ビトリニットの反射率が低い低石炭化度の Rank では，胞子を主とするスポリニットと呼ぶ組織成分の，螢光スペクトル分析が良いパラメーターとなることを，最近の研究は示しているようである。

石炭を顕微鏡下で研究することは，既に19世紀に始まっていた。しかしその研究が一段と発展して，石炭地質の一分野とし進歩を遂げたのは戦後のことである。日本でも同様で，石炭増産時代に他の石炭地質の分野の活発化と歩調を併せて，外国炭の Rank をそのまま適用できない特徴のある日本炭の分類，その原因の究明等のために，熱心に研究が進められ多くの成果が得られた。日本ではこの分野を石炭組織学と呼んでいるが，石炭岩石学と同義語である。

通常の岩石は，化学成分，物理性が均一で，多くは結晶質の鉱物からなるが，石炭の場合には，化学成分や物理的性質の一定しない，しかも結晶質でない各種の組織からなりたっている。従って，石炭岩石学よりも石炭組織学という呼称の方が，適当なように思われる。1935年 STOPES は顕微鏡下で識別される組織に対して，mineral に対応するものとして maceral という名前を提案した。しかし，米国学派と欧州学派との間の，歴史的な命名法の違いのために，マセラルが国際的に認知されたのは，1953年に創設された国際石炭組織学会（International Committee for Coal Petrology）が，最初の課題に組織命名の標準化をとりあげ，4年後に標準化に成功して以来である。

さて，マセラルは3群に分けられる。第1群は Vitrinite で，植物の細胞壁のリグニンとセルローズの石炭化した産物で，比較的芳香族に富み，酸素含有量も高い，第2群の liptinite は exinite とも呼ばれ，

* 昭和54年5月26日“石油資源の現状と将来”

第１図 独乙 (Din) および米国 (ASTM) の石炭分類と Rank パラメーター (1975, Coal Petrology)

第1表　石炭のマセラル (1975, Coal Petrology)

Group maceral	Maceral	Submaceral*	Maceral variety*
Vitrinite	Telinite	Telinite 1	Cordaitotelinite
		Telinite 2	Fungotelinite
			Xylotelinite
		Telocollinite	Lepidophytotelinite
		Gelocollinite	Sigillariotelinite
	Collinite	Desmocollinite	
		Corpocollinite	
	Vitrodetrinite		
Exinite	Sporinite		Tenuisporinite
			Crassisporinite
			Microsporinite
			Macrosporinite
	Cutinite		
	Resinite		
	Alginite		*Pila*-Alginite
			Reinschia-Alginite
	Liptodetrinite		
Inertinite	Micrinite		
	Macrinite		
	Semifusinite		
	Fusinite	Pyrofusinite	
		Degradofusinite	
	Sclerotinite	Fungosclerotinite	Plectenchyminite
			Corposclerotinite
	Inertodetrinite		Pseudocorposclerotinite

*incomplete can be expanded as required

胞子・花粉・樹脂・ワックスからなり，パラフィン分に富み，水素含有量が高い。第3群の inertinite は前者と同じ原植物に由来するが，初期に蒙った分解が特殊（例えば山火事による木炭化）で，炭素は比較的多いが水素が極めて少ないという特徴をもつ。

これら3群は，石炭化作用の段階で異った挙動を示す。すなわち，ビトリニットは比較的均様に変成が進むのに対し，リプティニットは不規則なコースを辿る。一方イナーティニットは殆んど変化しない。その上ビトリニットは通常石炭組織の80%以上を占めるので，石炭化作用の Rank インヂケーターとして最も適している。

第2図　各マセラル群の反射率と揮発分との関係，Liptinite＝Exinite (1972, ALPERN ほか)

ビトリニットの石炭化作用は，化学的には酸素と揮発分の漸減とこれに対応する炭素の増加，水素は初期には僅かに増加し，低揮発分瀝青炭段階以降では減少という形で現われる。反射率は芳香族量に対応す

るので，石炭化作用が進んで，もともと非芳香族系の揮発分が減少すると，反比例して高くなる。

この石炭化作用は，大体が均様的に進むとはいえ，その間に次の4回の変成ジャンプが認められている。

第1回　高揮発瀝青炭，C＝80%，揮発分＝43%，Rmo（油浸平均反射率）＝0.6%

第2回　中揮発瀝青炭，C＝87%，揮発分＝29%，Rmo 1.3%

第3回　半無煙炭と無煙炭との境，C＝91%，揮発分＝8%，Rmo＝2.5%

第4回　無煙炭，C＝93.5%，揮発分＝4%，Rmo＝3.7%

このうち第1回目のジャンプは，石油地質ではケロジェンから石油の発生し始める時期に対応し，第2回のジャンプは，CO_2+H_2O の発生による酸素の著しい減少と，CH_4 の発生する石油生成の"Death line"に相当する。

III. 石油の熟成と石炭化作用

はじめ有機説と無機説の間で論争された石油成因説は，有機説に固まったあとでも，生物炭化水素直接成因説，続成作用初期成因説，続成作用後期成因説に大別される諸説がそれぞれの論拠をもとに主張されていた。ケロジェン根源説（続成作用後期成因説）がほぼコンセンサスとなったのは，1960年代から70年代前半にかけてで，殆んどが有機地化学者の研究に基づくものであった。

現在の海底堆積物中の有機物では，ノルマルアルカンの奇数炭素数分子が偶数炭素数分子の数倍含まれているが，原油や古い堆積物中のケロジェンでは，ほぼ等量である。この奇偶分子の比率を，Carbon Preference Index (CPI) と呼ぶ。現世堆積物では，高等植物からのワックスがノルマルアルカンの主な起源で，奇数炭素数分子の優越を来たすが，埋没したあと，温度上昇によってケロジェンから発生する新らしいアルカンには優越性はないので，徐々に CPI は1に近くなる。そのため CPI は石油生成（熟成度）の良きインヂケーターと考えられたが，いくつかの限定条件がある。深度増加（温度上昇）に伴なうアルカン分布の変化は，新たに生成追加されるアルカンの量に直接関係はするが，これは有機質のタイプ，熟成度，根源岩のポテンシァルの大小の影響をうける。従って CPI を機械的に熟成度に対比することは不可能で，一般には高 CPI（1.5以上）は比較的未熟成とはいえるが，低 CPI が必ずしも高熟成度を示すとはいえない。

併し乍ら，1960年代から70年代半ばまでの関連研究は，ケロジェンが石油の根源であることを確証した。パリ盆地の中生代ジュラ紀の Thoarcian 頁岩の多くの坑井コアの地化学的研究から，深度約1500m でケロジェンが減少し炭化水素が増加することが確かめられたが，これもケロジェン根源説を裏書きする。なお，ここではこの深度で CPI が1に近くなっている。

ある深度，従ってある地下温度に達すると熟成が進むことは上例にも見られるが，温度と熟成度との関係を鮮やかに示したのは PHILIPPI の研究であった。北米カリフォルニア州のロスアンジェルス，ベンチュラの上部第三紀油田では，熟成型となる深度が前者では2400m，後者では3600m で，両者の間に1000 m 以上の差がある。しかし地下増温率は前者が3.91°C/100m，後者が2.66°C/100m で，それぞれの深度における地下温度は，共に115°C であった。この研究の重要性は，もし変成時間が一定ならば，ケロジェンからの石油生成は温度によって決定される，ことを示した点である。石油の生成には，地層が相当の深度に埋積される必要がある，という通説は，温度条件を満たすための前提条件に過ぎないことを意味するといえよう。

石炭地質では，古く1873年に，英国南ウエルス，仏国パドゥカレ，独国ルールの各炭田で，下位に位置する炭層の石炭程揮発分が少ないこと，すなわち深部に向って石炭化作用が進んでいることが発見された。これは，"HILT の法則"と呼ばれるもので，今世紀初頭まで各国の炭田で検証され，深度100′ あたりの揮発分の減少は0.38～0.8%であった。この減少率のバラツキは，石炭化作用の各段階で，減少率が

均一でないことの判明している現在では不思議ではない。当時，この石炭化作用は主として圧力（重圧と造構運動による圧力）によるものと考えられたが，その後は殆んどの研究者が，温度上昇による化学反応の結果と見る点で意見が一致している。

化学反応は温度と時間の相乗に比例するので，古い地層のケロジェンから石油の生成する温度は，新しい地層の場合よりも低い。例えば，3.5億年前のカナダ西部の上部デボン紀の石油生成温度は50°C，1.8億年前のパリ盆地の下部ジュラ紀では60°C，3500万年前の西アフリカの下部第三紀では70°C，1000万年前のロスアンジェルスの上部第三紀では115°C と推定されている。また，日本の中新統では75°C，鮮新統では115°C ともいわれている。

石炭の場合，多くの研究から瀝青炭は通常100～150°C の間で生じたものと考えられている。米国ガルフコーストの，1700万年を要して深度5400 m に達した中新統の石炭は，温度140°C で高揮発分瀝青炭に Rank され，そのビトリニットの反射率は0.8～0.9 であるが，同じ深度の独国石炭紀（2.7億年前）の石炭は，低揮発分瀝青炭の Rank で，反射率は1.7～1.8である。また，地温が25°C 以上に達したことのないモスコー炭田は，下部石炭紀であるにも拘らず，石炭化作用は褐炭の段階にとどまっている。

IV. ケロジェン中のビトリニットの反射率

上記してきたように，各種 Rank の石炭を生じる石炭化作用と，ケロジェンの変成作用（石油の場合には褐炭までの変成を続成作用，それ以後メタ無煙炭に移る段階までを Catagenesis と呼んでいる）とは無縁であるどころか，全く同じ進化の道を辿っている。ビトリニット反射率が石炭化作用の Rank に良く反映することを知り，ケロジェン中のビトリニットの反射率をこれにリンクして熟成度の研究に貢献したのは石油地化学者であった。

堆積岩中の不溶性有機物ーケロジェンーには大別して3型がある。第1型は藻類を主とするもので，第2型は腐泥質有機物が大部分を占め，藻類・浮遊生物遺骸・陸生植物源の花粉等を含んでいる。第3型は腐植質，不透明な石炭質物質からなっている。このうち第1型と第2型は，変成作用の途次原油となって消滅するが，幸いに第3型は残存する。

ケロジェン中のビトリニットの反射率と石油の熟成度との関係は，1970年代の半ばにかなり明らかになって，現在では次の如く考えられている*。

Rmo<0.5～0.7%，未熟成（続成作用の段階）

0.5～0.7%<Rmo<1.3%，熟成（石油の生成，オイルウインドウと呼ばれる範囲）

Rmo＝1.3～2.0%，過熟成（湿性ガス，コンデンセートの生成）

Rmo>2.0%，過熟成（乾性ガスーメタンの生成）

未熟成から熟成に移る時期，すなわち石油が生成し始める時期の反射率に幅があるのは，もとの有機物の影響が残っているためで，乾性ガスに移る段階の反射率が2.0%と一定しているのは，既に変成作用が進み炭化水素が均質化しているためである。熟成期のうち最も活発に生油が生成されるのは，反射率が0.8～1.1%の間である。

このように基礎のデータが整備されたことによって，反射率の測定が単に学問的な面ばかりでなく，石油探鉱における根源岩評価に利用できる段階にたちいたった。

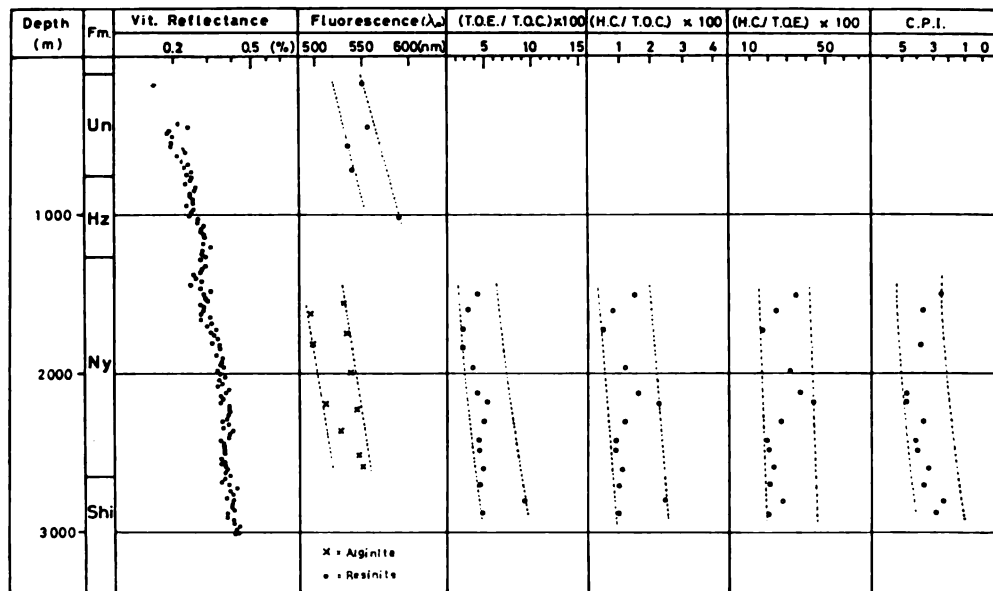
併し乍ら，堆積岩中のケロジェンからビトリニットを取りだすことは，実施面では必ずしも容易ではない。

先づ，第3型のケロジェン中にビトリニットが含まれているといっても，その分量は非常に少ない。また各種のマセラルの共存する石炭では，顕微鏡下の視野の中で，他のマセラルとの比較によってビトリニ

* 日本の第三紀根源岩では，0.5%以下が未熟成，0.5～1.2%が熟成，1.2～1.75%が過熟成（コンデンセート），1.75%以上が過熟成（乾性ガス）といわれている。

ットを同定することが，ある程度の経験をつむことによって可能であるが，比較されるマセラルを伴なわない試料のみを対象としている場合には，なかなかこういう経験が得られず，同定を誤まる場合もあろう。また，イナーティニットとビトリニット間の区別も，同一視野内で両者の反射率を比較できないので離かしく，時には個人的経験にまつほかない場合もある。堆積岩の場合には，in situ で生成した石炭と異なり，より古い地層から洗出された石炭片が混り，また掘削井のカッティングを試料とする場合には，花粉分析の場合と同様に，より若い地層のビトリニットの混在も普通に生じる。堆積岩中のアスファルト質の物質も屢々ビトリニットと見誤まられる。

これらの問題点のかなりの部分は，石炭組織の経験者ならば解決できようが，分量の少ないことによって，充分な測定値からの平均値を得る困難は避けられない。通常，石炭の Rank 決定には100点の測定が行なわれるが，堆積岩では，50点の測定ができる場合も極く稀である。

これらの点から，堆積岩の熟成度検討には，先づ（1）測定試料，（2）測定数，（3）偏差値を明らかにし，坑井試料の場合には，（4）各深度の反射値のヒストグラムから全体の変成傾向を見る，統計的な扱い方が必要であろう。一個の石炭質粒子の反射率データは殆んど価値がなく，却って誤まった熟成度を示すおそれがある。

第３図　阿賀沖試掘の各種パラメーターによる熟成度，Un＝魚沼層，Hz＝灰爪層，Ny＝西山層，Shi＝椎谷層，T.O.E.＝全抽出有機物量，H.C.＝炭化水素，T.C.C.＝全有機炭素量，C.P.I.＝Carbon Preference Index (1980，田代昭雄・高橋良平)

日本におけるビトリニット反射率に関する研究結果は，昭和53年以来，次々と発表されている。第３図は新潟県阿賀沖の坑井試料の反射率測定結果を示すが，他の化学成分に基づくパラメーターに較べて，ビトリニットの反射率の方が，より線状で深度と共に進んでいる熟成作用を見事に示している。この資料は椎谷層上部までであるが，反射率上昇の傾向が同様な勾配で続くとすると，この地域での石油母層と考えられている下位の寺泊層や七谷層では，反射率は0.5%以上の熟成段階に達している可能性が大きい。

また，釧路沖石油探査の基礎データを得るために行なわれた，釧路炭田亜瀝青炭の石炭岩石学的研究では，ビトリニットのマセラルの１つであるデグラディニットが相当量含まれていることの重要性を述べら

れている。

日本の石炭は，第三紀の若年炭でありながら石炭化作用が進んでいるが，揮発分40%以上の場合には国際規格による分類を，そのまま適用し難い点があった。これには日本で発見されたデグラディニットというマセラルが関係しているようであるが，昭和30年前後に，組織研究者がこの新マセラルを国際的に認知させるために，大いに努力していたことを今でも記憶している。現在では国際用語として認められていて，独乙の第三紀亜瀝青炭や石炭紀の高揮発分瀝青炭にも，デグラディニットの存在が知られている。このマセラルはビトリニットに属するが，水素量が大で発熱量も高く，一方反射率は非常に低い。このことは釧路沖の根源岩の熟成度を研究する際，考慮を要する事項である。

面白いことに，これらの研究は，その目的が石油の探鉱に関わっていても，殆んどが石炭組織の研究者によって行なわれていることである。外国の文献にも常に引用される，濠州堆積盆地の熟成度と反射率についての研究で著名な柴岡道夫氏も石炭組織の研究者である。

V. 終りに

石油地質の重要な分野である石油の探鉱は，地表地質調査の不可能な湿原，砂漠，氷原，海洋などに探鉱地域が拡がってくると，地質家独自の判断で試掘位置を決めることはできない。そのため，物理探査―主として地震探査―の結果得られた地下の構造を，地質学的に判断するのが第一の仕事である。勿論，試掘前に地下構造の大きさや，予想される炭化水素量などのアセッスメントも行なわれるが，何といっても一本の試掘で炭化水素の発見される確率は低いので，試掘で得られた具体的諸情報から本格的に油田評価が始められる場合が多い。石油の集積に関わる諸情報，例えば貯留岩，キャップロックの性質等は早くから研究対象となっていたが，近年はそれらに加えて石油根源岩の価値評価にも重点がおかれてきた。

根源岩の評価は，堆積岩中の有機物濃度と熟成度によって行なわれる。前者は有機物濃度の測定で，例えば有機炭素量が0.5%以下は根源岩として“貧”，0.5～1.0%は“普通”，1～2%は“良好”，2%以上は“優秀”とされる。また，抽出性炭化水素が200 ppm 以上は良好な根源岩とされ，最終的には両濃度を勘考して根源岩としての量的評価がなされる。

熟成度の判定には，CPI を始め，多くの化学成分間の比率が使われ，また花粉胞子の色調の変化も参考とされる。この最後のものを除き，すべて化学分析の結果を使用するものである。最近普及し始めた pyrolysis による半定量的な濃度と熟成度を推定する方法も同様である。これらのすべての方法は，岩石全体を試料として扱かうので，熟成度を異にするものの混入を防ぎ得ない。

これに対して，光学的（地質学的）方法の正しい使用によって正確な熟成度が判明すれば，その地質学的な応用，すなわち，最大沈降深度，造構史，地熱史等の究明に貢献できることはいうまでもない。石油探鉱の関係者は，新兵器としての光学的方法による熟成度の研究に，より真剣に取り組むべきであろう。*

反射率の測定にとりかかるのは比較的容易である。それはビトリニットの反射率の測定が石炭の Rank 決定に役立ち，純科学的な面以外に，製鉄やガス工業において，コークス炉からの各種生成物の量，発生ガスの発熱量や比重，石炭の膨張性や発熱量の予測にも有効なため，その標準化が国際石炭組織学会（1971年）や A.S.T.M.（1972年）で既に行なわれており，反射率測定のガイドラインが整っているからである。

しかし，前節に述べたように，堆積岩中の稀少ビトリニットを誤まりなく摘出するにはエキスパートが必要で，その養成は必ずしも容易ではない。マセラルの研究に充分な経験を持ち，併せて石炭化作用の複雑性を体得している石炭組織研究者を，石油探鉱のこの分野に迎え入れることが，当面考えられる最善の方法であろう。

4，5年前，パートナーとして共同で石油の探鉱を実施した米国独立系大手数社による反射率報告を見

* 1975年いち早くビトリニット測定装置を導入した帝国石油（株）に敬意を表する。

る機会があったが，形式的に反射率を測定しているだけで何等参考にならなかった。その後どう進んでいるか承知しないが，この分野は未だ開発の初期であり，米国に比して，相対的に石炭組織研究者に恵まれている日本は，今後の取り組み方次第では，充分トップクラスの成果を挙げることができるであろう。

謝　辞

終りに，文献について御協力をいただいた三菱石油開発（株）向後善哉氏，三菱鉱業セメント（株）地質部の諸兄に謝意を表する。

参考文献

ALPERN, et al. (1972) : Localisation, caractérisation et classification pétrographique des substances organiques sédimentaires fossiles, Adv. Org. Geochem.

浅川　忠 (1979)：最近の石油成因論，地学雑，**88**, 6.

A.S.T.M. (1972) : Standard method for microscopical determination of the reflectance of the organic components in a polished specimen of coal, D. 2798-72.

藤井敬三ほか (1979)：釧路炭田地域における亜瀝青炭の石炭岩石学的研究について——釧路沖における石油探査の基礎データとして，石技誌，**44**, 3.

東出則昭ほか (1979)：釧路炭田地域と石狩炭田空知地区におけるビトリニット反射率とエクジニット螢光特性との関係，石技誌，**44**, 4.

HILT, C. (1873) : Ann. Assoc.d'Ingénieur de Liège.

平井明夫 (1979)：ビトリナイト反射率，石技誌，**44**, 4.

I.C.C.P. (1971) : Int. Handbook of Coal Petrography, Suppl. II.

PHILIPPI, G. T. (1965) : On the depth, time and mechanism of petroleum generation, *Geoch. Cosmoch. Acta*, **29**.

STACH, et al. (1975) : *Coal Petrology*.

SHIBAOKA, et al. (1973) : Diagenesis of organic matter and occurrence of hydrocarbons in some Australian basins, APEA, J. 13.

——, et al. (1978) : Hydrocarbon generation in Gipsland Basin, Australia comparison with Copper Basin, Australia, A.A.P.G., Bul. p. 62.

STOPES, M. C. (1935) : On the petrology of banded bituminous coal, *Fuel, 14*.

田口一雄 (1975)：最近の石油成因説，石技誌，**40**, 1.

田代昭雄・高橋良平 (1980)：新潟地域に分布する第三系のオルガノ・ペトログラフィ，九大理研究報告（地質学），**13**, 2.

TISSOT, B. and WELTE, D. H. (1978) : *Petroleum Formation and Occurrence*.

WHITE, D. and THIESSEN, R. (1913) : *The Origin of Coal*.

(1980年12月10日受理)

地学雑誌 90, 4 (1981)

東北地方西南部の中新世中期台島型植物群

藤岡一男* 古賀孝**

The Middle Miocene Daijima-type Floras in Southwestern Border of Northeast Honshu, Japan

Kazuo HUZIOKA and Takashi KOGA

Abstract

As shown in Fig. 1, the Middle Miocene Daijima-type floras are sporadically distributed in southwestern border of Northeast Honshu, Japan. Among them, the Kamigo flora of Tsuruoka, the Ikazuchi flora of Ikazuchi, the Okiniwa and the Oguni floras of Oguni were studied by the present authors. As listed in Table 3, 191 species which fall in 55 families and 123 genera were recognised from these four floras. It is suggested that these fossil plants were deribed to the sedimentary basins from the successive three forests such as the oak-laurel forest of lowland, the *Comptonia-Liquidambar* forest on adjacent slopes, and the temperate forest on surrounding mountains. The general physical condition under which these floras existed are supposed to be humid and warm to temperate climate in a region affected by a warm sea, as seen in the modern forests of Pacific coastal regions in southwestern Japan.

I. 序

中新世中期の台島型植物群は，ほぼフォッサマグナに当る地域で欠如し，その分布が東北区と西南区に隔離されている。日本海岸域の山形県から新潟県北東部にかけての地域，すなわち東北区の日本海側南端部地域における台島型植物群組成について概要を述べたい。

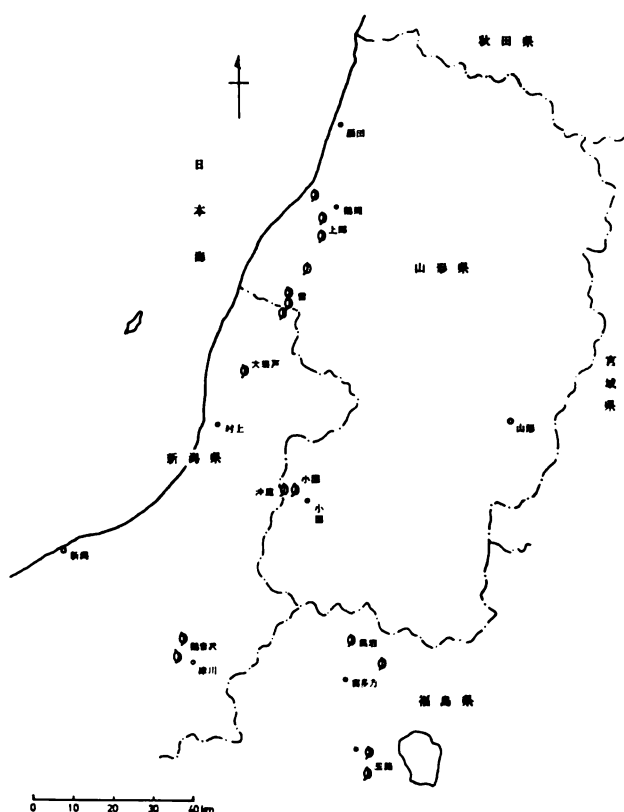
筆者らが秋田大学鉱山学部鉱山地質学教室に在籍していた当時，資料蒐集につとめた山形県鶴岡市の上郷植物群，山形・新潟北部県境の雷植物群および東部県境の沖庭・小国植物群のそれぞれについて述べ，これらをもとに地域植物群として概観した（第1図）。

II. 上郷植物群 (The Kamigo flora)

棚井敏雅（1961）が山形県鶴岡地方の上郷層に含まれる植物化石35種を報告し，これを上郷植物群と呼び，秋田県の台島植物群に対比した。植松芳平（1973）と筆者らの採集標本を合せて，本植物群より第3表に示す如く，76種（35科56属）を識別することができた。資料はなお不足するが，明らかに台島型植物群に属する。上郷層は，阿仁合型の西田川植物群を含む温海層を覆い，善法寺層に被われる。

III. 雷植物群 (The Ikazuchi flora)（新称）（第2図）

山形県温海町の東南隅に当る木野俣—越沢—関川および新潟県東北隅の山北町雷にかけて，基盤花崗岩

* 秋田県立農業短期大学（秋田大学名誉教授）
** （株）木村基礎工事

第１図　東北地方西南部の台島型植物群の分布

類を不整合に覆い中新世の地質層が南北方向で細長く盆状をなして分布する。

本地域の地質は田宮良一ら(1973)によって調査され，第１表のような層序が示されている。中野俣層は基盤花崗岩類（局地的には温海岳火山岩（？）とみられる変質安山岩角礫岩）を不整合に覆い，礫岩，シルト岩および砂岩よりなり，玄武岩質凝灰岩を挟む。関川層は本地方南部では花崗岩類を，北部では中野俣層を不整合に覆い，西部では花崗岩類と断層をもって接する。関川層は，下部においては礫岩・暗青色砂岩および暗色泥岩の互層よりなり，北北東―南南西の走向で西方に緩傾斜する。関川東方で最も厚く300 m に達するが，薄いところでは100 m 程度となる。泥岩中には植物化石が含まれる。上部は厚い浮石凝灰岩（１～２枚）や薄い凝灰岩を挟む暗色泥岩よりなる。厚さは240 m 以上。泥岩には良い保存で植物化石が含まれる。関川層の堆積は安定した良層理を示し，多量の植物分離体が層理に平行して保存され，湖成堆積物と判定される。淡水魚化石も良保存で産する。

関川層泥岩には全般的に植物化石が含まれるが，私共が主として採集した産地は，第２図に示した８点で，これらのうち雷産地が最も多量に良標本を産した。化石は印象植物で，遺体は炭化し内部構造の検出できるものは極めて少ない。枝・葉・果・種子などの大型化石について鑑定しえた植物は，第３表に示す如く，133種(47科 92属)であって，標式的な台島型植物群組成を示している。*Comptonia-Liquidambar* 森林(藤岡一男・植村和彦　1979) の要素が最も多く，oak-laurel 森林の種群を伴い，一方で稀少の高地性種を含む。この組成からみると，雷植物群を堆積保存した関川湖成層には湖辺低地の oak-laurel 林，その後背山地斜面の *Comptonia-Liquidambar* 林から供給された遊離植物体が沈積したもので，それらに水流で運搬された高地性の植物体がわずかに混ったものとみることができる。地層対比からも植物群比較からも上郷植物群とは同時代の類似環境下にあったと認められる。この植物群は関川層に含まれるものであるが，主産地雷(いかずち)の地名をとり雷植物群と呼ぶ。

IV. 小国植物群 (The Oguni flora) と沖庭植物群 (The Okiniwa flora)（第３図)

米坂線に沿う山形県西置賜郡小国(おぐに)町地方では，森田日子次（1931）が小国植物化石層より数種の特色ある植物化石を報告した。徳永重元（1960）は小国植物群を含む小国層の下位にある今市(いまいち)層に含まれる植物化石を沖庭植物群と呼んで区別した。

本地方の地質層序は第2表に示す如く定められている。台島型植物群は今市層から小国層にわたって含まれている。今市層は北小国層又は基盤花崗岩類を不整合に覆い，礫・砂・泥岩の互層よりなり，荒川流域の西側山地の沖庭神社一帯に分布し，基底部および頂部に礫岩が卓越し，中部の沖庭砂岩と呼ばれる砂—泥岩に植物化石が含まれ，その保存はやや良好である。これが沖庭植物群と呼ばれた（徳永 1960)。今市層は300—500m の厚さを有し，淡水成層である。小国層は今市層に整合し，火山砕屑物に富み，下部は角礫凝灰岩と泥岩の互層で，厚さ30—170 m の炭質物を含む汽水成層である。上部は汽水～海成の暗色硬質泥岩と凝灰岩の縞状互層で，内湾性堆積物とみられ，カニ *Trachycarcinus huziokai* IMAIZUMI・魚鱗・貝などの海棲生物化石の外，保存良好の植物化石を多量に含む。保存の安定度や種類からみて海流漂移植物でなく現地性内湾堆積とみてよい。厚さは標式地の横川下流で220 m。最初に小国植物化石層，後に小国層と呼ばれたのはこの部分で，この植物化石が本来小国植物群と呼ばれた。尾上　亨（1974）は今市層の沖庭砂岩と小国層から産した植物化石を一括して小国植物群と呼んだ。小国層を覆う明沢(みょうざわ)層は礫岩に始まり，砂・泥岩よりなる海成層で，貝化石にとむ。本層は海緑石砂岩を基底とする珪質泥岩の沼沢(ぬまざわ)層に被われる。

第2図　雷植物群産地と関係地質図

第1表　雷植物群関係地質層序

第四系

関　層（雷植物群含有層

中野俣層

温海岳火山岩（？）

基盤花崗岩類

小国植物群も沖庭植物群も共に台島型植物群に属する。層位的には沖庭層が下位で連続して小国層に移るが，堆積相からは淡水湖成層から汽水成～海成の潟湖～内湾成堆積へ移行している。植物群の内容からみて，尾上　亨(1974)のように一括してもよいが，上記の差を考慮して別扱いとした。私共および福田　真(1975)が本地方で採集した植物化石と，従来公表された種数を合せると，第3表に示す如く，小国植物群より129種（44科93属），沖庭植物群より116種（38科85属）を挙げることができる。小国植物群の組成は沖庭植物群とほぼ同じで，129種中実に108種(76%）が共通である。内容的には oak-laurel 林要素が種数および化石量とも小国植物群において増加し，近海性植物も多くなり，より温暖多雨の近海的環境に移ったことを示している。

V. 山形・新潟県境地域の台島型植物群の概観

上郷植物群より76種，雷植物群より133種，沖庭植物群より116種，そして小国植物群より129種を識別した。上郷植物群の種数が少ないのは標本採取量が他の3植物群に比して少なかったためである。これらを総合すると，第3表に示すように，本地域台島型植物群の総種数は191種（55科123属）となる。

第3図 小国植物群・沖庭植物群の産地と関係地質図

この地域の台島型植物群は中新世中期の台島階の植物が主体である。概観的には堆積盆周辺地形に基く3相の森林帯より供給された植物片の集積とみることができる。すなわち，堆積盆のある海岸一近海低地に照葉林（oak-laurel forest），その後背山地斜面に *Comptonia-Liquidambar* 林，そしてその上位の山地には温帯林が拡がり，さらに高位山林に続いていたものと推測される。

照葉林要素とみるべきものは常緑カシ類（*Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, *Pasania* など），クスノキ科（*Actinodaphne*, *Cinnamomum*, *Lindera*, *Litsea*, *Machilus* など）を主とし，これらに常緑の *Myrica*, *Ficus*, マメ科（*Dalbegia*, *Entada* など），*Pittosporum*, *Ilex*, ツバキ科（*Camellia*, *Eurya*, *Ternstroemia* など），*Michelia*, *Pourthiaea*, *Euonymus*, *Maesa*, *Symplocos*, *Ligustrum*, *Elaeagnus* などを伴い，特徴的に *Smilax trinervis Paliurus protonipponicus*, *Sapindus tanaii* などの暖帯的落葉広葉樹種を含み，*Torreya*, *Keteleeria*, *Pinus*, *Sequoia* などの針葉樹が混っていたものとみられる。*Comptonia-Liquidambar* 林（藤岡一男・植村和彦 1979）に由来すると思われるものは，この地域台島型植物群の主体であっ

第2表 小国植物群・沖庭植物群の関係地質層序

地層	区分	岩相
沼沢層		海成，暗色硬質泥岩，60m＋海緑石砂岩基底
明沢層		海成，礫，砂，泥岩，貝化石，250m
小国層	上部	汽水成－海成，暗色泥岩と凝灰岩の縞状互層，220m カニ，魚鱗，貝化石，植物化石（**小国植物群**）
	下部	汽水成，角礫凝灰岩と泥岩の互層，炭質物， 30～170m
今市層	沖庭礫岩	100m
	沖庭砂岩	砂，泥岩に植物化石（**沖庭植物群**）を含む，150m
	赤芝礫岩	100～300m
北小国層		石英安山岩質凝灰岩，火山礫岩
先第三紀基盤花崗岩類		

第3表　東北地方西南部の台島型植物群の種組成

台島型植物群（東北区西南部）／化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
Equisetaceae				
Equisetum sp.	×			
Osmundaceae				
Osmunda lignita (GIEBEL) STUR				×
O. tsunemoriensis MATSUO				×
Pteridaceae				
Dryopteris uttoensis HUZIOKA	×			
Pteris mioinequalis MATSUO				×
Aspleniaceae				
Asplenium sp.	×			
Salviniaceae				
Salvinia floriniana HUZIOKA et TAKAHASI			×	×
Blechnaceae				
Woodwardia sp. nov.				×
Texaceae				
Torreya yoshiokaensis TANAI et N. SUZUKI	×	×	×	×
Pinaceae				
Abies n-suzukii TANAI		×		
A. aburaensis TANAI		×		
Keteleeria *ezoana* TANAI	×	×	×	×
Picea kaneharai TANAI et ONOE		×	×	×
P. ugoana HUZIOKA		×	×	×
Pinus miocenica TANAI	×			
P. oishii ISHIDA		×	×	×
Pseudolarix *japonica* TANAI et ONOE		×	×	
Pseudotsuga ezoana TANAI		×		×
Tsuga miocenica TANAI		×		
Taxodiaceae				
Cunninghamia *protokonishii* TANAI et ONOE	×	×		
Glyptostrobus *europaeus* (BRONGN.) HEER		×	×	×
Matasequoia *occidentalis* (NEWB.) CHANEY	×		×	×
Protosequoia *primaria* (MIKI) MIKI		×	×	×
Sciadopitys shiragica HUZIOKA		×		
Sequoia *langsdorfii* (BRONGN.) HEER		×	×	
Taiwania *japonica* TANAI et ONOE		×		
Juniperaceae				
Calocedrus *notoensis* (MATSUO) HUZIOKA		×	×	×
Thuja nipponica TANAI et ONOE				×
Liriaceae				
Smilax minor MORITA		×	×	×
S. trinervis MORITA	×	×	×	×

台島型植物群 (東北区西南部) / 化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
S. sp. nov.				×
Salicaceae				
Populus kobayashii SUZUKI		×		
P. nipponica TANAI et N. SUZUKI		×		×
Salix sp.	×	×	×	×
Myricaceae				
Comptonia *naumanni* (NATHORST) HUZIOKA	×	×	×	×
Myrica sp. nov.			×	×
Juglandaceae				
Carya *miocathayensis* HU et CHANEY		×	×	×
Juglans japonica TANAI	×	×	×	×
J. shanwangensis HU et CHANEY		×		
Platycarya miocenica HU et CHANEY		×	×	
Pterocarya asymmetrosa KONNO	×	×	×	×
P. ezoana TANAI et N. SUZUKI	×	×	×	×
P. protostenoptera TANAI		×	×	×
Betulaceae				
Alnus miojaponica TANAI	×	×	×	×
A. protomaximowiczii TANAI		×		×
A. subfirma TANAI et N. SUZUKI		×		
Betula kamigoensis TANAI	×	×	×	×
B. kusaidaniensis HUZIOKA	×			
B. uzenensis TANAI		×		
Carpinus mioturczaninowii HU et CHANEY		×	×	×
C. shimizui TANAI	×	×		
C. stenophylla NATHORST	×		×	×
C. subcordata NATHORST	×	×	×	
C. subyedoensis KONNO	×	×	×	×
Ostrya shiragiana HUZIOKA	×	×	×	×
Fagaceae				
Castanea miomollissima HU et CHANEY	×	×	×	×
C. rarinervis KONNO	×			
Castanopsis miocuspidata MATSUO	×	×	×	
Cyclobalanopsis huziokai TANAI	×	×	×	
C. mandraliscae (GAUDIN.) TANAI	×	×	×	×
C. nathorstii (KRYSHT.) HUZIOKA		×	×	×
C. praegilva (KRYSHT.) HUZIOKA	×	×	×	×
C. yabei HUZIOKA		×		×
Fagus antipofi HEER	×		×	×
Pasania imamurae HUZIOKA			×	
P. inouei HUZIOKA		×	×	×
P. sp.			×	×

台島型植物群 (東北区西南部) / 化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
Quercus miovariabilis HU et CHANEY	×	×	×	×
Ulmaceae				
Celtis hatamuraensis HUZIOKA	×		×	
C.ishidae HUZIOKA		×		
C. miobungeana HU et CHANEY	×			
Ulmus carpinoides GOEPPERT		×	×	
U. elegantior NATHORST	×	×	×	×
U. longifolia UNGER	×	×	×	×
U. subparvifolia NATHORST	×	×	×	×
Zelkova ungeri (ETT.) KOVATS	×	×	×	×
Moraceae				
Ficus choshuensis HUZIOKA et TAKAHASI		×		
F. oguniensis (MORITA.) HUZIOKA		×	×	×
F. sp. nov.		×	×	
Ceratophyllaceae				
Ceratophyllum miodemersum HU et CHANEY		×		×
Berberidaceae				
Beberis huziokai TANAI et N. SUZUKI		×		
Menispermaceae				
Cocculus sp. nov.		×		
Diploclisia *notoensis* ISHIDA		×	×	
Magnoliaceae				
Magnolia elliptica TANAI	×			
M. nipponica TANAI		×		×
M. uttoensis HUZIOKA		×	×	×
M. sp. nov.		×		
Michelia notoensis ISHIDA			×	×
Lauraceae				
Actinodaphne oishii HUZIOKA		×	×	×
Cinnamomum lanceolatum (UNGER) HEER	×	×	×	×
C. miocenum MORITA		×	×	×
Lindera gaudini (NATHORST) TANAI	×	×	×	×
L. sp. nov. A	×		×	×
L. sp. nov. B		×	×	×
Litsea glabaui HU et CHANEY			×	×
Machilus nathorsti HUZIOKA	×	×		×
M. ugoana HUZIOKA	×	×	×	×
Parabenzoin protopraecox (ENDO) TANAI			×	×
Sassafras *endoi* HUZIOKA				×
Saxifragaceae				
Deutzia sp. nov. A		×		
D. sp. nov. B		×	×	×

台島型植物群（東北区西南部） 化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
Pittosporaceae				
Pittosporum oishii HUZIOKA		×	×	×
Eucommiaceae				
Eucommia *japonica* TANAI	×			
Hamamelidaceae				
Eustigma (?) sp.			×	
Hamamelis miomolis HU et CHANEY		×		
Liquidambar *miosinica* HU et CHANEY	×	×	×	×
Parrotia *fagifolia* (GOEPPERT) HEER	×	×	×	×
Euphorbiaceae				
Mallotus sp. nov.		×	×	×
Rosaceae				
Pourthiaea sp. nov.		×		
Prunus sp.		×		
Rosa uzenensis TANAI		×		
Sorbus nipponica TANAI et ONOE	×	×	×	×
Leguminosae				
Albizzia miokalkorea HU et CHANEY				×
Cladrastis aniensis HUZIOKA	×	×	×	×
Dalbegia sp. nov.	×	×	×	×
Entada mioformosana TANAI	×	×	×	×
Gleditsia miosinensis HU et CHANEY	×	×	×	×
Kummerowia pseudostriata ONOE			×	×
Maackia onoei MATSUO	×		×	×
Mucuna chaneyi ISHIDA		×	×	×
Podogonium *knorrii* AL. BRAUN	×	×	×	×
Pueraria miothunbergiana HU et CHANEY			×	×
Robinia *nipponica* TANAI			×	×
Sophora *miojaponica* HU et CHANEY	×		×	×
Wisteria fallax (NATHORST) TANAI		×	×	×
Simaroebaceae				
Ailanthus *yezoensis* OISHI et HUZIOKA	×		×	
Trapellaceae				
Hemitrapa *borealis* (HEER) MIKI	×	×	×	×
H. yokoyamae (NATHORST) MIKI	×	×		
Buxaceae				
Buxus protojaponica TANAI et ONOE	×	×	×	×
Anacardiaceae				
Rhus hinokinaiensis HUZIOKA	×			
R. inouei HUZIOKA	×	×		
R. miosuccedanea HU et CHANEY	×	×	×	×
R. protoambigua SUZUKI				×

台島型植物群 (東北区西南部) / 化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
Aquifoliaceae				
Ilex daijimaensis HUZIOKA	×			×
I. heeri NATHORST	×	×	×	×
I. mimusae ONOE			×	×
I. ohashii HUZIOKA		×	×	×
I. sp. nov.			×	×
Celastraceae				
Euonymus okamotoi HUZIOKA		×	×	×
Perrottetia *notoensis* ISHIDA	×	×		×
Aeeraceae				
Aeer ezoanum OISHI et HUZIOKA	×			
A. florinii HU et CHANEY		×		×
A. integerrinum (VIVIANI) MASSALONGO		×	×	×
A. nordenskioldi NATHORST		×		×
A. palaeodiabobicum ENDO			×	×
A. palaeorufinerve TANAI et ONOE		×		×
A. protojaponicum TANAI et ONOE	×	×	×	×
A. pseudocarpinifolium ENDO			×	
A. ryozenensis SUZUKI			×	×
A. trilobatum (STERNBERG) AL. BRAUN		×		
A. yoshiokaensis TANAI et N. SUZUKI			×	
A. sp. nov.				×
Hippocastanaceae				
Aesculus majus (NATHORST) TANAI		×		
Sapindaceae				
Koelreuteria miointegrifoliola HU et CHANEY			×	×
Sapindus miocenica HUZIOKA	×			×
S. tanaii ONOE	×	×	×	×
Sabiceae				
Meliosma sp.		×		
Rhamnaceae				
Paliurus miosinicus HU et CHANEY	×	×	×	×
P. protonipponicus SUZUKI		×	×	×
Rhamnus sp. nov.			×	×
Vitaceae				
Vitis sp. nov. A				×
V. sp. nov. B		×		
Theaceae				
Camellia protojaponica HUZIOKA	×	×	×	×
Eurya sp. nov.				×
Schima sp. nov.				×
Stewartia submonadelpha TANAI et ONOE		×	×	×

台島型植物群（東北区西南部） 化石種	上郷植物群	雷植物群	沖庭植物群	小国植物群
Ternstroemia maekawae MATSUO		×	×	×
Flacourtiaceae				
Xylosma sp. nov.		×		
Thymelliaceae				
Wickstroemia sp. nov.		×		×
Elaeagnaceae				
Elaeagnus mikii ISHIDA	×	×	×	×
Alangiaceae				
Alangium aequalifolium (GOEPPERT) KRYSHT. et BORSUK	×	×	×	×
Cornaceae				
Cornus sp.		×		
Helwingia sp. nov.	×	×		×
Ericaceae				
Rhododendron sp. nov. A			×	
R. sp. nov. B			×	×
Tripetaleia almquisti NATHORST		×	×	×
Myrsinaceae				
Embellia sp. nov.	×			
Maesa sp. nov.		×		×
Ebenaceae				
Diospyros minor HUZIOKA		×	×	
D. nordquistii NATHORST		×	×	×
Symplocaeae				
Symplocos sp. nov.		×	×	×
S. higashiyamaensis SUZUKI		×		
Styracaceae				
Styrax sp. nov.		×		
Oleaceae				
Chionanthus sp. nov.			×	×
Fraxinus sp. nov. A	×	×	×	×
F. sp. nov. B	×			×
F. sp. nov. C		×		
Ligustrum nagatoensis HUZIOKA et TAKAHASI		×	×	×
L. tokunagai ONOE		×	×	×
Syringa notoensis ISHIDA		×	×	×
Boraginaceae				
Ehretia akitana HUZIOKA	×	×		
55科　123属　191種	76	133	116	129

（ゴヂックで示した属は日本に現生しないもの）

て，大陸的要素と海洋的要素の混合体である。常緑樹を混える落葉樹林で暖帯ないし温帯南部的組成を示す。最も特徴とする点は *Comptonia naumanni* と *Liquidambar miosinica* が普遍的に産することである。この地域の各植物群に共通性の高い約70種（第３表）が地域植物相を特徴づけるものであろう。属構成よりみると，球果植物では，*Torreya*, *Keteleeria*, *Picea*, *Pinus*, *Glyptostrobus*, *Metasequoia*, *Protosequoia*, *Sequoia* および *Calocedrus*；広葉植物では *Smilax*, *Comptonia*, *Carya*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Castanea*, *Castanopsis*, *Cyclobalanopsis*, *Pasania*, *Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Ficus*, *Magnolia*, *Actinodaphne*, *Cinnamomum* *Lindera*, *Machilus*, *Deutzia*, *Liquidambar*, *Parrotia*, *Mallotus*, *Sorbus*, *Cladrastis*, *Gleditsia*, *Podogonium*, *Wisteria*, *Buxus*, *Rhus*, *Ilex*, *Euonymus*, *Aeer*, *Sapindus*, *Paliurus*, *Camellia*, *Stewartia*, *Ternstroemia*, *Elaeagnus*, *Alangium*, *Tripetaleia*, *Symplocos*, *Fraxinus*, *Ligustrum*, *Syringa* などである。絶滅属や日本に現存しない属の割合が高い（第３表）。化石種と現生類縁種の比較では，日本の黒潮沿岸西南日本山地斜面森林に組成がよく似ている。この地帯と似た温暖多湿の気候下で生育したと推定される。日本海に相当する当時のこの地域が面した海（藤岡一男　1972）は暖流支配で，海岸森林はその影響下にあったとみられる。さらに高位山地には落葉温帯林が続き，そこには中新世初期の阿仁合型植物群（藤岡一男　1963）の残存要素が混っていたとみられる。

この地域（第１図）には，ここに取扱った４植物群の外に，台島型植物群に属するものとして，新潟県北東隅に大須戸植物群（鴨井幸彦　1976；高浜信行ら　1976）観音沢植物群（KRYSHTOFOVICH　1926），津川植物群（津川グリンタフ団研　1976），さらに隣接する福島県会津地方の黒岩と玉路の両植物群（鈴木敬治　1961）などがあるが，化石種の組成は本地域のものと同様である。

引用文献

藤岡一男（1963）：阿仁合型植物群と台島型植物群，化石，**5**，39-50.

――(1972)：日本海の生成期について，石油技術協会誌，**37**，233-244.

――(1974)：日本の中新世植物群，植物化石研究会誌，**5**，1-20.

藤岡一男・植村和彦（1979）：中新世中期，台島階における *Comptonia-Liquidambar* forest，秋田大学鉱山学部地下資源開発研究施設報告，**45**，37-52.

福田　真（1975）：山形県西置賜郡小国町東部地域の地質と古植物群について（手記），秋田大学鉱山学部卒業論文.

鴨井幸彦（1976）：新潟県における中新世の植物化石群について，新潟県立佐渡高等学校研究紀要，創立80周年記念号，55-71.

古賀　孝（1975）：朝日山地周辺の台島-西黒沢階の地質及び植物群（手記），秋田大学鉱山学部修士論文。

KRYSHTOFOVICH, A. N. (1926) : Contribution to the Tertiary flora of Kwannonzawa, Province Echigo, Japan. *Ann. Russ. Palaeont, Soc.*, **6**, 1-24.

森田日子次（1931）: On new species of genera *Cinnamomum* and *Smilax* from the Miocene deposits of Oguni-Machi, Uzen Province, Japan. *Jap. Journ. Geol. Geogr.*, **9**, 1-8.

尾上　亨（1974）A Middle Miocene flora from Oguni-Machi, Yamagata Prefecture, Japan. *Geol. Surv. Japan. Rept.* No. **253**, 1-64.

鈴木敬治（1961）: The important and characteristic Pliocene and Miocene species of plants from the southern part of the Tohoku District, Japan. *Sci. Rept. Fac. Art. & Sci., Fukushima Univ.*, **10**, 1-95.

高浜信行，ほか（1976）：新潟県北部に分布する新第三系の層序，新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告，**4**，97-104.

田宮良一，ほか（1973）：５万分の１地質図及び説明書，「温海」.

棚井敏雅（1961）: Neogene floral change in Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser.* 4, **11**, 119-398.

津川グリーンタフ団体研究グループ（1976）：新潟県三川地域の新第三系，新潟大学理学部地質鉱物学

教室研究報告，4，105-110.
徳永重元 (1960)：山形県小国植物化石層に関する新知見，地質調査所月報，11-8.
植松芳平 (1973)：庄内海岸地域の植物化石とその教材化について．1-78.

(1981年1月9日受理)

地学雑誌 90, 4 (1981)

ボン東郊ノインキルヒェン=ゼールシァイト村の社会・農業構造の変貌と農地整備

佐々木　博*

Changes of Social and Agricultural Structures and Farmland Consolidation of Neunkirchen-Seelscheid in the Eastern Suburb of Bonn

Hiroshi SASAKI

Abstract

This report deals with the changes of the rural area in the suburb of a German metropolitan region, in reference to the case of the Wolperath farmland consolitation area in the Köln-Bonn metropolitan region. The changes of the rural area are analyzed through social structure, agricultural structure and landscape formed by farmland consolidation.

Farmland consolidation (*Flurbereinigung*) means the land consolidation of scattered small farm lots into larger farm lots, sometimes by means of *Aussiedlung* (resettlement of a farmstead out of a dense nucleated village to the heart of a farming area) (Fig. 3).

Wolperath lies in the southern part of the rural district Neunkirchen-Seelscheid, Rhein-Sieg *Kreis*, *Regierungsbezirk* Köln, *Land* Nordrhein-Westfalen. Wolperath is located 20 km NE of Bonn, and 28 km ESE of Köln and on the upland of the Bergische Hochfläche with an average altitude of 180 m. Fifty-eight percent (58%) of the district consists of agricultural land and 25% of forest.

The number of people resided in the district has been increasing since 1956, especially from 1968-1973 (Table 1). In contrast to population, the number of farms has been declining. The increase-rate of population in the district has shown the highest in comparison with the *Kreis*, *Regierungsbezirk* and *Land* (Fig. 1). The population pyramid reveals a ballanced pillar with two lobes reflecting younger age groups. The increase of population depends on social increases rather than on natural increases and the latter, in fact, shows minus. Most in-migrants came from the adjacent areas of Köln and Siegburg (Table 3), and out-migrants moved to the adjacent areas of Siegburg, Köln and Düsseldorf. A relatively large in- and out-migrantion flows may be observed in relation to foreign countries.

Due to the urbanization in the suburb of the Köln-Bonn metropolitan region, the number of farms has decreased by 54% from 1949 to 1974. Fifty-six percent (56%) of the farms are dairy farms. Forty-six percent (46%) of the farms are tenants of farm-

* 筑波大学地球科学系 Institute of Geoscience, The University of Tsukuba

land which the owners have ceased to manage as agricultural enterprises (Table 4).

The farmland consolidation office assigned Wolperath as a farmland consolidation area in 1964, based on the low of *Flurbereinigung* in 1953. This law was revised in 1976. Measures to improve the agricultural structure have been financed by both the Federal and Provincial governments since January 1, 1973, within the framework of a common project: "Improvement of the agricultural structure and coastal protection" (Table 5). Land consolidation was originally a means of improving the agricultural structure chiefly through the amalgamation of fragmented small holdings (Fig. 3), the construction of farm roads, and an expansion of the waterways, and has become of primary importance in the context of the recognization of rural areas. This includes measures to develop and modernize the village, to develop industrial and residential settlements and the planning of supra-local and supra-regional communication services. Moreover, land consolidation contributes to the maintenance and improvement of the recreational value of the rural areas. Even the rural area around big German cities, such as Wolperath, has been developed and controlled by the government authorities. In short, *laissez-faire* urban expansion into the rural area is rare in West Germany.

I. はじめに

都市化の進展にともなう都市周辺農村の変貌の仕方は，国により，地域により，農業形態によって異なっている。ドイツの都市周辺農村を調べてみると，日本と類似した面もあるが，ドイツでは「計画なければ開発なし」といわれるように，日本と比べてアーバンスプロールが非常に少なく，都市周辺で借地率がむしろ高いことなど，日本とはかなり異なった性格をもっていることがわかった[1]。

大都市およびその周辺の農業の変貌の仕方の研究に取り組んできた筆者は，大都市周辺での農業の変貌と農地整備事業の両方が扱える事例をいろいろと検討し，識者に相談した結果，ボン東郊のノインキルヒェン=ゼールシァイト Neunkirchen-Seelscheid 村のヴォルペラート Wolperath 農地整備区域を選んだ。①ドイツにおける大都市周辺農村の変貌の仕方，②農地整備事業の機能・役割を究明することが，本研究の目的である。これはケルン=ボン大都市圏における農村の変貌の一例であるとともに，農村景観形成の主体と営力を解明する研究でもある。

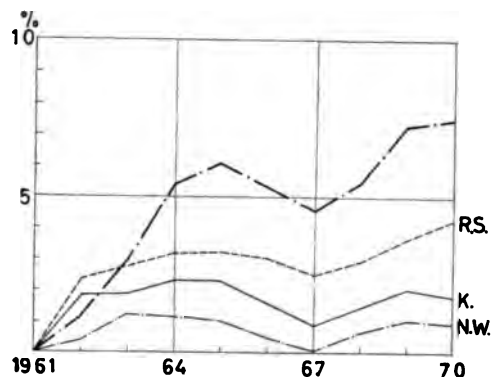
事例として取り上げたヴォルペラート農地整備区域は，ボン周辺で農地整備の完了した最も新しい地域の一つであって，資料がよく保存されており，研究の目的にかなっている。ヴォルペラート農地整備区域は，ボン市北東20 km，ケルン市東南東28 km にあり，ノルトライン=ヴェストファーレン州，ケルン県，ライン=ジーク Rhein-Sieg 郡，ノインキルヒェン=ゼールシァイト Neunkirchen-Seelscheid 村の南東部，村域の約3分の1を占める区域である。自然地域区分ではベルーギッシェスラントの丘陵地(Bergische Hochflächen) にあり，標高は120～235 m，平均高度180 m である。集落と耕地は標高200m ほどの表面が平坦な丘陵上にあるが，比高約100m の垂直に近い崖をもって丘陵に刻み込んだ幅広いブロールバッハ Brohlbach 川とヴァーンバッハ Wahnbach 川（いずれもジーク川の支流）の谷底は，牧草地となっている。年降雨量は950mm で，ボン市中心部（標高約60m）の600～650 mm に比べると相対的に湿潤である。土壌は郡内のライン左岸に比べると著しく劣っている。すなわち，地力指数はライン川左岸の段丘上が65～79（第2級の「非常に良質～良質土壌」）であるのに対し，本地域は40～49（第4級の「中級下」の土壌）である[2]。年平均気温は8.2°C と低いことも重なり，土地利用はほとんど牧場・牧草地となっている。ノインキルヒェン＝ゼールシァイト村域 (50.64km^2, 1972) の58.3%が農地，24.8%が森林，7.6%が交通路，6.3%が宅地・工場で，丘陵地帯では平均的な土地利用を示す村である[3]。

II. ノインキルヒェン=ゼールシァイト村の社会構造の変化

1949年4月にノインキルヒェン村（人口4,037）とゼールシァイト村（2,521）が合併してノインキルヒェン=ゼールシァイト村が誕生した時の人口は6,558人であった。その後1953年まで人口は減少傾向を続け，ボン市およびライン=ジーク郡の飲料水確保のためのヴァーンバッハタールシュペーレ Wahnbachtal-sperre 堰止湖工事（1955～58）にともなって立退きをせまられ，1956年に再び大きな人口減少を示した。以後は着実に増加傾向に転じ，1977年には13,638人となった。とくに1968年には1年間に862人（前年の人口の10.4%）もの増加を示した（第1表）。本村は自身を含む郡・県・州と比べても，1963年以降の年間人口増加率は常に高く，ケルン――ボン大都市圏の人口増加地域の中でも，とくに高い増加率を示した村の一つであった（第1図）。この人口増加の主因は人口の社会的流入であった。1976年の自然増加は，出生107に対して死亡126，差引－19であった。これに対して，社会増加は，流入1,011に対して流出58，差引＋281であった。

第1表　Neunkirchen-Seelscheid 村の人口の推移

年次	人口	前年との差
1949	6,545	
1950	6,292	－253
51	6,185	－107
52	6,045	－140
53	5,895	－150
54	5,926	31
55	5,975	49
56	5,805	－170
57	5,846	41
58	5,982	136
59	6,025	43
1960	6,278	253
61	6,431	153
62	6,518	87
63	6,675	157
64	7,057	382
65	7,525	468
66	7,935	410
67	8,322	387
68	9,184	862
69	9,611	427
1970	10,282	671
71	10,971	689
72	11,640	669
73	12,244	604
74	12,685	441
75	13,096	411
76	13,420	324
77	13,638	218

（Wohnmeldeamt Neunkirchen-Seelscheid 各年次末人口）

第1図　Neunkirchen-Seelscheid の人口増加率
R.S＝Rhein-Sieg 郡，　K＝Köln 県，
N.W.＝Nordrhein-Westfalen 州

人口増加にともなって産業別人口構成も変化した（第2表）。第一次産業人口の減少と第二・三次産業人口の増加という，都市周辺農村に典型的なパターンを非常に明瞭に示している。1961～70年の間に農業就業者が半減したのに対して，その他の産業が倍増した。職業別では（1961年と1970年の国勢調査では，分類基準が若干異なっているが），公務員・会社員が164%も増えた反面，家事手伝い人が激減した。

これら公務員・会社員の増大は通勤者を発生させることになり，1970年には就業者の52.7%（郡全体では45.3%，州全体では30.0%）が村外への通勤者であった。通勤先としては郡都であり，南西に隣接するジークブルク Siegburg 町（本村からの通勤者数675人），次いでケルン市（285人），西隣りのローマー Lohmer 村（235人），ダイナマイト工場などの工場のあるトロ

第2表　Neunkirchen-Seelscheid

行政区域	年	就業者数		産業別人口構成 農業		製造業		商業	
			%	%	%	%	%	%	%
Neunkirchen-Seelscheid 村	1961 1970	2,901 3,504	+20.8	31.1 11.6	−54.7	41.6 49.9	+44.9	13.3 14.8	+34.3
Rhein-Sieg 郡	1961 1970	135,351 153,045	+13.1	12.9 5.8	−49.1	51.6 49.6	+8.8	17.1 16.1	+6.1
Nordrhein-Westfalen 州	1961 1970	7,163,684 6,956,643	−2.9	6.4 3.5	−47.4	56.4 53.7	−7.4	19.5 18.5	−7.9

スドルフ Troisdorf (191人), ボン市 (95人) の順である[4]。

人口の社会的流動性を地域的に知るために，居住登録役場 (Wohnmeldeamt) の転出入届の個票を，1977年8月から12月にかけてのものを調べた。ほぼ傾向が出てくるといわれている約200件以上について，転入＝転出地・生年月日・職業・家族数などを集計した。転出入届は届出人によって筆記体で書かれていて判読がむずかしい上に，職業の書き方もバラバラである。その上，これまでの住所やこれからの住所も，外国の小さな地名であったり，市域の中の町名であったり，転出の場合には未定のためか未記入のものもあった。9月にはギムナージウム（9年制高等学校）の寄宿舎への転入が18名あったが，これは特殊なケースであるため削除し，判別できるもののみを集計した (第3表)。転入者は届出283件で506人，転出者は届出212件で367人であった。

第3表　Neunkirchen-Seelscheid 村の人口の転入前住地および転出先
(1977年8月～12月)

順位	転入前住地	件数	その割合	転出先	件数	その割合
1	Köln 市	64	22.6%	Siegburg 町	22	10.4%
2	Siegburg 町	22	7.8	Köln 市	17	8.0
3	Much 村	16	5.7	Lohmer 村	14	6.6
4	Rhein-Bergischer 郡	16	5.7	Düsseldorf 県	9	4.2
5	Lohmer 村	15	5.3	Much 村	8	3.8
6	外　国	14	4.9	外　国	7	3.3
7	ルール大都市群	13	4.6			
	計	283	100.0		212	100.0

(Wohnmeldeamt Neunkirchen-Seelscheid)

転入者の前住地では，ケルン市・ジークブルク町・ムッフ Much 村・ライン＝ベルーギッシァー Rein-Bergischer 郡・ローマー村などの周辺市町村と郡が約半数を占めている。転出先はジークブルク町・ケルン市・ローマー村・デュッセルドルフ市・ムッフ村など，大都市および隣接村への転出が多い。外国からの転入は14件，外国への転出は7件と，国際化した都市の周辺農村では，社会的流動の範囲が非常に大きい。

転入者の職業別は前述のように届出人の自由記載にまかされているため，分類がむずかしいが，商業関係者が首位で12.5%である。次いで年金生活者が12.1%，主婦10.0%であるが，主婦と記入した人のうちにも，年金生活者が含まれていると思われる。首都ボンに近いことや，軍と共用のケルン＝ボン空港に近

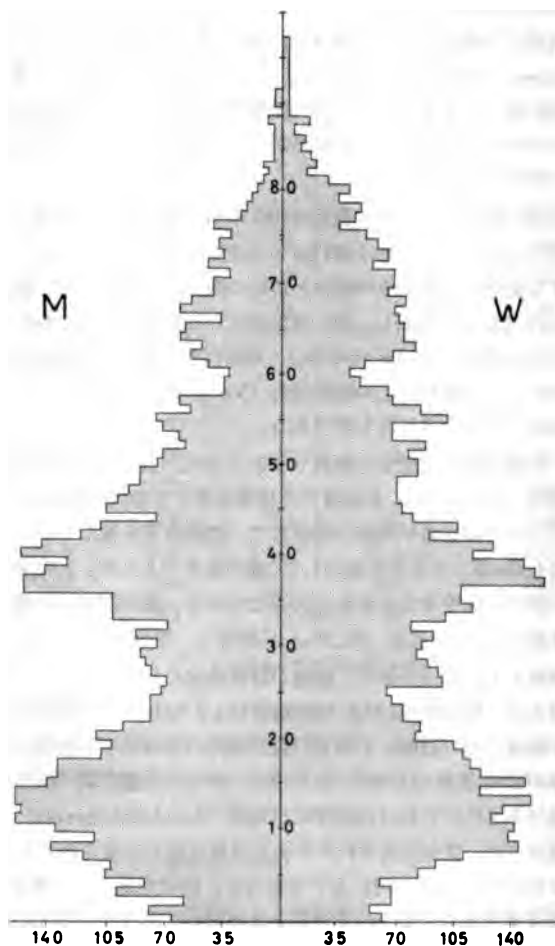
村の社会構造の変化

		職業別人口構成									通勤者	
その他		自由業		家事手伝い人		公務員・会社員		労働者		見習員		
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
14.0 23.7	+103.7	19.8 14.9	− 9.0	20.4 6.7	−60.2	16.0 34.8	+163.7	39.2 43.6	+34.2	4.6	45.6 52.7	+39.6
18.4 28.5	+ 75.0	13.0 10.1	−12.2	9.1 4.4	−45.6	26.2 43.0	+ 85.5	46.1 42.5	+ 4.2	5.6	42.6 45.3	+20.2
17.7 24.3	+ 33.1	9.7 8.5	−15.2	5.5 3.4	−39.2	28.2 40.0	+ 37.9	50.6 48.1	− 7.7	6.0	39.0 55.8	+67.0

(Statistisches Landesamt NW)

いことから，軍人・公務員も多い。転入者の年齢別構成では，1940年代生れの30歳台が25.7%，1950年代生れの20歳台が23.2%と若年層が約半分を占めている。1910年生れ以上の68歳以上の老人層が21.0%を占めているのも一つの特徴である。大都市圏外縁の静かな農村に，引退生活者が好んで住み着いてきている。

1977年12月30日現在の村の人口13,540人の人口ピラミッドをみると(第2図)，36～41歳の壮年層が250～305人で最も多く，次いでその子供の年令層に当る10～15歳層が250～302人と多い。50歳以上は女子が男子に比べて多く，40～50歳層および20歳以下は男子が女子よりも多いのが特色である。1961年から1970年までの人口増加率を年齢階層別にみると，本村は15～18歳層が95.8%で郡内最高であり，郡(37.6%)・県(24.2%)・州(22.2%)の3～4倍の増加率であった。18～21歳層も54.2%と郡内最高であり，郡(9.3%)はともかく，県(−0.5%)・州(−7.3%)はむしろ減少した。このように本村は人口の年齢構成では活力のある健全なタイプであるといえる。

1961年と1970年の宗派別人口をみると，カトリックは63.3%から60.1%へ3.2%減少し，プロテスタントは34.8%から37.3%へ3.5%増加し，その他の宗派も1.9%から2.6%へ0.7%増加した。1970年郡のカトリックは68.9%，プロテスタ

第2図 Neunkirchen-Seelscheid の人口ピラミッド (1977年)

ントは26.9%，その他は4.2%で，本村はカトリックの強いラインラントにあって，相対的にプロテスタントの強いところとなっている。1961年には，ノインキルヒェン村はカトリックが78.8%，プロテスタントが19.1%，その他2.1%であるのに対して，ゼールシァイト村は逆にカトリック37.2%，プロテスタント61.2%，その他1.6%で，集落によって宗派に大きな差がある。

新住民の流入による住民意識の変化を，選挙における政党の得票数によってみた。1969年と1975年の村議選では，自由民主党（FDP）が15.0から16.3%へ1.3%，キリスト教民主同盟（CDU）が52.4から53.4%へ1.0%，社会民主党（SPD）が29.7から30.3%へ0.6%，いずれも得票率を増やした[5]。しかし，古いデータが得られなかったので，傾向をつかむことはできなかった。

III. ノインキルヒェン＝ゼールシァイト村の農業構造の変化

農家数は1949年の775から1961年597（1949年を100とする指数で77），1971年404（52），1974年355（46）へと急減した。1971年の404農家の社会経済的経営類型は，専業農家（Hauptberufsbetrieb）45.5%（その経営する農地の割合は79.4%），第一種兼業農家（Teilberufsbetrieb）1.7%（1.5%），第二種兼業農家（Nebenberufsbetrieb）52.7%（24.1%）であった（第4表）。西ドイツ全体と比べると，第一種兼業農家率が低く，専業農家率と第二種兼業農家率が高く，相対的に両極に分解している。専業農家にあっても，10 ha 未満層では農業後継者のいない農家が31～46%以上を占めており，早晩脱農するものが増えると予想される。

村域の約6割を占める農地は1961年から1971年の10年間に2,650 ha から2,601 ha へ1.8%，村域の約4分の1を占める森林は887 ha から753 ha へ5.1%，それぞれ若干減少した。農地内部での土地利用上の大きな変化は，牧草地の増大と耕地の減少の対照である。牧草地は1.426 ha（農地の53.8%）から1.857 ha（71.4%）へ増加し，逆に耕地は1.181 ha（44.6%）から714 ha（27.5%）へ減少した。耕地の減少はそのまま穀物（726 ha→502 ha）・中耕作物（268 ha→150 ha）・飼料作物（183 ha→58 ha）の減少をまねいた。この土地利用上の牧草地化（Vergrünlandung）は，広い耕地の省力経営，すなわち経営の粗放化によってもたらされたものである。

この農地利用状況から推察できるように，農家の経営形態は，総農家404のうち226（55.9%）が飼料作物経営である。5 ha 未満層では林業経営と市場向作物経営も重きをなしているが，10 ha 以上層ではほとんどすべての経営が飼料作物経営で，牧畜農業を営んでいる。家畜の中で最も重要なものは牛で，1976年には4,494頭，うち約半数の1,952頭が乳牛であった。1971年には乳牛は207農家（51.2%）が飼育し，平均10頭で，肉牛を合わせると20頭位である。豚の飼育は49農家（12.1%）に過ぎないが，鶏は自給用の卵の生産のため258農家（63.9%）が飼育し，平均42羽である。

借地をもつ農家が46%，借地が経営農地の43%もあることは，日本の都市近郊農村では考えられない現象である。経営規模10 ha 以上層はほとんど100%近く借地をもっている。経営農地の半分以上が借地である農家は85（21%）もあり，経営農地の75%以上が借地である農家も9%ある。ノルトライン地方で借地率が60%以上（1973年）あるのは，ルール大都市域（62%）とケルン郡（61%）の，大都市およびその近郊である[6]。これは1952年に借地法（Landpachtgesetz）ができて，借地料制限と小作契約への許可制が撤廃され，自主規制された自由な借地市場が形成されてきたからである[7]。本村の借地率は ha 当り1971年で199 DM（2.5万円）という安さが，経営意欲のある農家の経営規模拡大に道を開いている。経営規模の大きさと農業労働力の大きさとは平行しており，10 ha 以上層で2人以上である。

1970年にラインラント農業会議所の行なった農業経営の4分類によると，経営収入3万 DM（約375万円）以上，あるいは労働力1人当り最低1.5万 DM（約188万円）以上の専業農家（Vollerwerbsbetrieb）は，本村の全農家404のうちわずか7（1.8%）しかなく，郡全体の8.6%よりもずっと低い。専業ではあるが，経営収入が専業に及ばない準専業農家（Übergangsbetrieb，直訳すれば移行経営）は30.7%で，郡

第4表　Neunkirchen-Seelscheid 村の農業構造(1971)

指標 ＼ 経営規模	ha <5	5～10	10～20	20～30	30～50	計
農林業経営数（同比率）	221 (54.7)	77 (19.1)	88 (21.8)	15 (3.7)	3 (0.7)	404 (100.0%)
農地面積	293 (11.3)	544 (20.9)	1,313 (50.5)	357 (13.7)	93 (3.6)	2,601 (100.0%)
専業経営数	41	47	78	15	3	184
第一種兼業経営数	4	2	1	0	0	7
第二種兼業経営数	176	28	9	0	0	213
農業労働力/1経営	0.6	1.7	2.3	2.8	3.5	1.3人
44歳以上の専業経営者で後継者のいないものの比率	46.3	31.9	3.8	6.7	0	20.7%
〔経営形態〕						
市場向作物経営	13	5	1	0	0	19
飼料作物経営	59	63	86	15	3	226
養豚経営	10	1	0	0	0	11
永年作物経営	2	1	0	0	0	3
混合農業経営	5	2	1	0	0	8
園芸経営	7	0	0	0	0	7
林業経営	92	1	0	0	0	93
農林結合経営	29	4	0	0	0	33
小作地のある経営（同比率）	37 (16.7)	48 (62.3)	84 (95.5)	15 (100.0)	2 (66.7)	186 (46.0%)
〔小作地率〕						
<25%	13	16	11	0	0	40
25～50	9	17	30	5	0	61
50～75	6	7	26	7	1	47
75≦	9	8	17	3	1	38
総小作地面積	40	150	668	212	42	1,112ha
経営農地に占める小作地率	13.6	27.5	50.5	59.3	45.4	42.7%
小作料 DM/ha	172	192	203	219	108	199
農地団地数/1経営	3	7	11	13	18	6

(Landwirtschaftszählung 1971)

全体の23.7%よりも高い。EC 全体で牛乳の生産過剰がいわれるようになっているにもかかわらず，本村のように酪農に特化せざるをえないのは，農業条件の相対的に悪い地域の農業経営の選択の幅が小さいことを示している。農家収入を増加するためには農外収入を増やさざるをえず，それゆえに農業構造の改善が必要とされる。

IV. ヴォルペラートの農地整備事業の経緯

ヴォルペラートの農地整備事業は，1951年に州食糧農林省が準備にとりかかり，1953年の農地整備法(Flurbereinigungsgesetz) に則って，1964年ミュンスターにある州農地整備＝集落局 (Landesamt für Flurbereinigung und Siedlung, 今日の農地整備局 Landesamt für Agrarordnung) によって指定された[8]。これは農地整備法第4条（農地整備の命令）「上級農地整備官庁は，農地整備のための前提条件が整い，参加人の利益があると判断した場合に，農地整備を命ずるとともに，農地整備区域を定めることがで

きる。決定には根拠を付するものとする。」によった。さらに第5条には，「農地整備の命令に当っては，参加が見込まれる土地所有者に対して，適切な方法で計画している農地整備事業と，これに必要な費用についての詳細な説明を行なわなければならない。また農業職能代表・州の国土計画庁・市町村・その他の自然保護団体の組織や，林政・水などの行政機関から意見を聞いて調整しなければならない。」とある。

1970年7月1日，州農地整備局の承認をえてジークブルクにある農地整備局支所からヴォルペラート農地整備事業計画が発表された。計画書は農地整備の基礎・参加者の権利・新しい区画・費用と分担金・付則の5部35頁からなっている。計画が発表されてしばらくしてからの農民の混乱について，ローカル紙の「Land am Rhein und Sieg」新聞（1970・10，10/11）は次のように伝えている。「200人以上の土地所有者がバリケートをはる。異議続出。参加人組合は農地整備事業に反対。ある農夫は，知らないうちに路がなくなり，もう自分の農地へはヘリコプターでも買わなければ行けない，知らないうちに自分の耕地を他人が耕し始めた，と訴えている。」

これら各種のヴォルペラート農地整備関係の書類は，ジークブルク農地整備局支所に約30冊のファイルに収められており，これを丹念に検討することによって，事業の輪郭が把握できた。事業区域の面積は1,473 ha，整備後の土地利用は次の通りである。耕地19%，牧草地33%，森林24%，特殊地10%，道路・水系9%，堰止湖4%，宅地1%，農地整備に関係する土地所有者は1,080人，うち農家が957人（主業農家66人，兼業農家891人）で88.6%を占めていた。農地整備法第21条によって参加人組合役員は，12 ha 以上層から1名，2～12 ha 層から3名，2 ha 未満層から3名，計7名が1965年3月16日に選出された。

参加人に対しては等価の新しい区画の土地で清算する（農地整備法第27条）ために，土地の価値評価が行なわれた。農地の評価は原則として集落からの距離ではなしに，利用価値によって評価され，土地評価法による評価を基準としなければならない（第28条）。古い土地台帳（Grundbücher）と空中写真によって，総数4,575区画（Grundstücke）の評価が長く困難な作業の末に完了した。土地区画の評価は次のようなカテゴリー別数値で行なわれた（第5表）。

第5表　土地評価基準

カテゴリー	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
耕地 牧草地 園地	10	9	8	7	6	4	3	1	5
森林	6	5	3	2					
宅地 特殊地	100	85	70	50	20				

農地整備区域の新しい区画配分は，旧地と等価の土地で，しかもできるだけ大きな区画の土地を指定しなければならない。土地区画の指定に止むをえず増減があるときは，金銭で清算し，土地区画には通路によって出入ができなければならず，必要ならば排水路もできるだけ設置されなければならない(第44条)。

1976年4月1日から新農地整備法[9]が施行され，1977年に連邦建設法との調整において，農地整備事業を実施するときは，市町村は日本の土地利用規制図や用途地域指定図に似た土地利用計画（予備建設指導計画）と建設計画（拘束力のある建設指導計画）を作成していなければならない。その主旨は，国土計画・地域計画・市町村計画などの計画[10]がある場合には，農地整備局はこれらの計画の要請を尊重し，事業の中に取り入れなければならない（第38条），ためである。すでに前に見たように，1960年代後半以降の急激な流入人口に対処するために，ノインキルヒェン=ゼールシァイト村では連邦建設法（1960年）によってすでに1974年に土地利用計画は完了していた。

第6表 Wolperath 農地整備の事業費

1977年までの総事業費

収入			支出		
項目	(1000DM)	割合	項目	(1000DM)	割合
自己資金	1,457	14.9%	道路建設費	5,257	56.7%
過剰清算金	193	2.0	水利・土壌改良費	179	1.9
森林清算金	562	5.8	測量	769	8.3
返済金	200	2.0	賠償金	8	0.1
州資金	1,392	14.3	土地購入費	1,315	14.2
その他	12	0.1	森林等清算金	652	7.0
未収金	172	1.8	不足清算金	193	2.1
利子補給	237	2.4	借入金利子	128	1.4
公金貸付	350	3.6	償却費	472	5.1
連邦共同任務資金	5,181	53.1	その他	126	1.4
			未払金	172	1.9
計	9,757	100.0%	計	9,271	100.0

(Amt für Agrarordnung)

第7表 Wolperath 農地整備による農地統合

(主業経営)

		農家数合計		<2ha		2～5		5～10ha		10～20		20～50		50≦	
		旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新
所有筆数	1～2	—	8					—	3	—	4	—	1	—	—
	3～5	1	49					1	41	—	5	—	2	—	1
	6～10	2	7					2	2	—	4	—	1	—	—
	11～20	32	—					29	—	3	—	—	—	—	—
	20≦	31	—					17	—	9	—	4	—	1	—
農家計		66	64					49	46	12	13	4	4	1	1
総所有筆数		1,427	246					921	169	306	53	138	21	62	3
統合比		11.1 : 1						9.7 : 1		12.5 : 1		17.7 : 1		30.5 : 1	

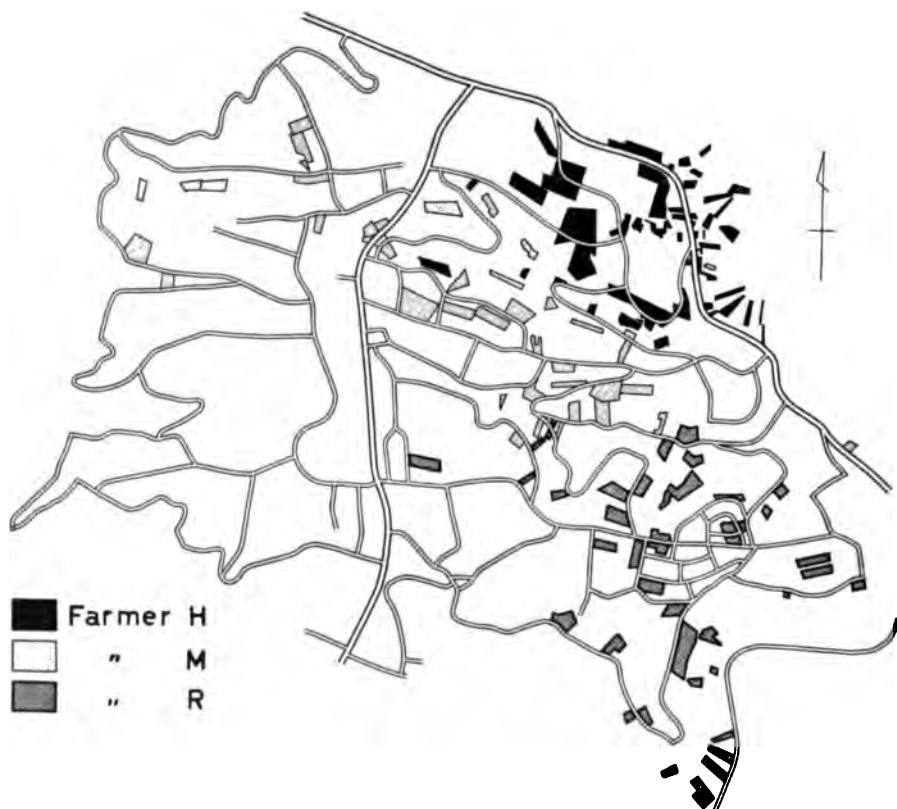
(兼業経営)

		農家数合計		<2ha		2～5		5～10ha		10～20		20～50		50≦	
		旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新	旧	新
所有筆数	1～2	531	684	530	655	1	27	—	1	—	1	—	—	—	—
	3～5	244	95	237	60	7	35	—	—	—	—	—	—	—	1
	6～10	79	6	53	2	24	2	1	1	1	—	—	—	—	—
	11～20	31	—	2	—	27	—	1	1	—	—	—	—	1	—
	20≦	6	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
農家計		891	785	822	717	65	64	2	2	1	1	—	—	1	1
総所有筆数		3,146	1,428	2,334	1,209	762	205	23	8	8	2	—	—	19	4
統合比		3.2 : 1		2.8 : 1		5.3 : 1		2.9 : 1		4.0 : 1		—	—	16.0 : 1	

(Amt für Agrarordnung 1978)

ヴォルペラート農地整備事業では，共同施設として防火貯水池・緑地二カ所・広場・国道478号の見通しを良くするための土地・運動場・テニスコートなどが設けられ，そのために1.5haの土地があてられた。さらに国道・州道・郡道・村道・水供給施設・下水処理施設などの公共用地に，26.5haが費された。

農地整備法によると，農地整備局の人件費・物件費は州が負担するが（第104条），農地整備の施行事業費は参加組合員の負担である（第105条）。農地整備区域にはないが，農地整備によって基本的な利益を受ける不動産の所有者は，農地整備施行費用の利益応分の分担金を課せられる（第106条）。ヴォルペラート農地整備事業の1977年までの収支決算（第6表）によると，収入976万 DM（約12億円）のうち，53.1%は1973年から始まった「“農業構造改善と海岸防護”に関する連邦と州の共同任務に関する法律」に基づく連邦資金であった。参加人組合の自己負担率は14.9%で，州資金の14.3%とほぼ同じ程度である。貸付や利子補給などをすべて含めると，公金の負担率は73.4%にのぼり，最終的には85%位になるはずである。支出総額927万 DM（約12億円）のうち，主なものは道路建設費（56.7%）・土地購入費（14.2%）・測量費[11]（8.3%）であった。ha当り事業費は計画では4,386DMであったが，実際には1977年までで6,294DM（約76万円）であった。

塊村から抜け出して，統合された農地の上に農家を新築して転任する，いわゆる村外移住（アウスジードゥルング Aussiedlung）は，当初4農家が予定されていたが，コスト高のために実現したのは1農家のみであった。転住地は旧集落の縁辺位置であるため，転住にともなうガス・電気・電話・上水・下水などのインフラストラクチャーの費用が節約できた。

第3図　農地整備前後の農地の統合 Wolperath（a）農地整備前

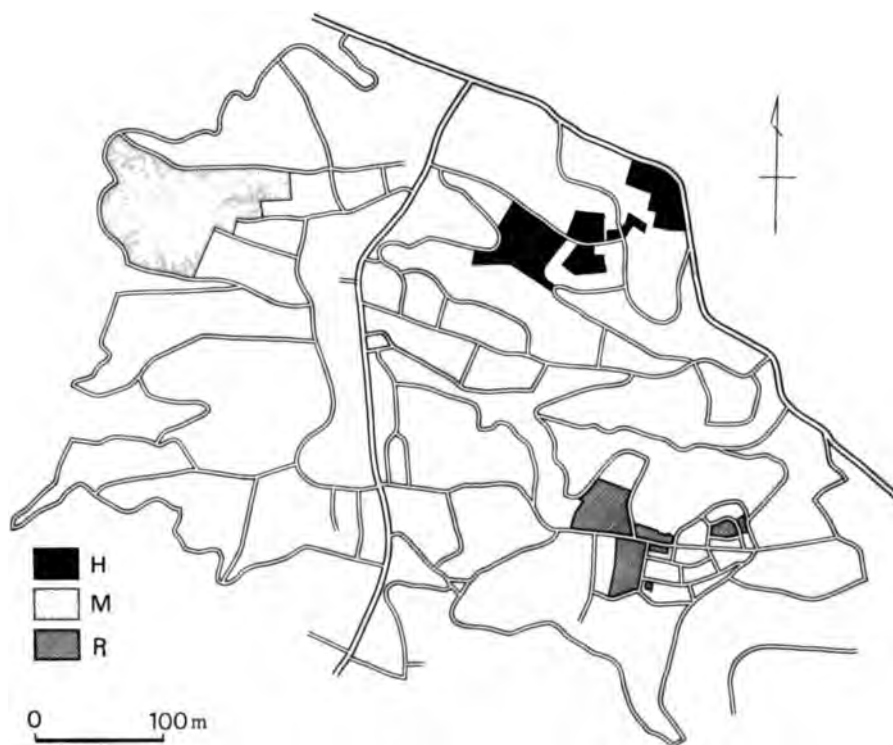
V. 農地整備事業の成果と役割

農地整備の伝統的な目標は，分散細分農地の統合による生産性の向上である。主業農家所有の総区画1,427が246となり（統合比は11.1：1），兼業農家で3,146区画が1,428（3.2：1）となった（第7表）。主業農家にあっては，最大の経営規模（54 ha）を有する農家 Diekhoff は62筆が3筆（統合比30.5：1）になったように，経営規模の大きいものほど農地統合の効果が大きく，同じ傾向は兼業農家についてもあてはまる。

若干の具体例を示すと次のようである（第3図）。

MAILÄNDER 家　唯一の転住者で，全経営地28.3 ha のうち所有森林7.5 ha，所有農地16.0 ha，借地4.8 ha である。農地整備前は53筆あったものが整備後は2筆（実態は1団地で完全に統合されている）になった。経営地の90%は牧草地，10%が耕地（トーモロコシ・飼料作物・穀物）の牧畜専業経営で，38頭の乳牛を飼育している。牛乳はケルン酪農へ出荷し，2日ごとに組合からとりにくる。1969年に3万 DM（約3,750万円）をかけて新築転住したが，転住前は農耕が経営の主体であった。

ROSAUER 家　経営主所有地85筆13 ha 65 a 45 m² と，妻の所有地2筆50 a 38 m²，計87筆14 ha 15 a 83 m² であったが，農地整備後は10筆の農地と区画整理地区内の住宅建設地10区画を，新しい区画指定としてえた。統合比は3.3：1であるが，農地だけに限れば8.7：1である。

HAAS 家　本人所有地86筆13 ha 68 a 34 m²と，妻の所有地6筆1 ha 98 a 8 m²，計15 ha 66 a 42 m² で

第3図　（b）農地整備後

あったが，整備後は９筆３団地となり，統合比は9.6：１となった。HAAS 家は当初アウスジードゥルングを予定していた農家である。

連邦建設法第４章によって，区画整理に関する権限は市町村から農地整備官庁へ委譲できる。これによって農地整備事業で区画整理を行ない，宅地の造成などができる。農地整備官庁および市町村（区画整理事業所管部局）は，農地整備区域にある土地所有者に対して，これに関係する権利者が同意したときは，相互に協議して，連邦建設法第４章の規定に基づいて行なわれる区画整理区域の土地で清算できる（農地整備法第44条７項，清算の原則)。これは都市周辺農村での農地から宅地への転換の要請に沿ったものである。これによって脱農しようとするものは，農地の代りに区画整理された宅地をもらい，残存農家がその農地を購入あるいは借地して経営規模の拡大ができる。市街化区域と市街化調整区域の区別はできたものの，日本では市街化区域内では農地を買ってどこにでも家を建てることができるが，ドイツでは水道・下水・電気・ガス・電話などのインフラストラクチャーの完了した宅地以外での建設は許されない。これによってアーバンスプロールが阻止されている。ヴォルペラート農地整備でも，事業を契機に主業農家２戸，兼業農家106戸，計108戸が脱農した[12]。

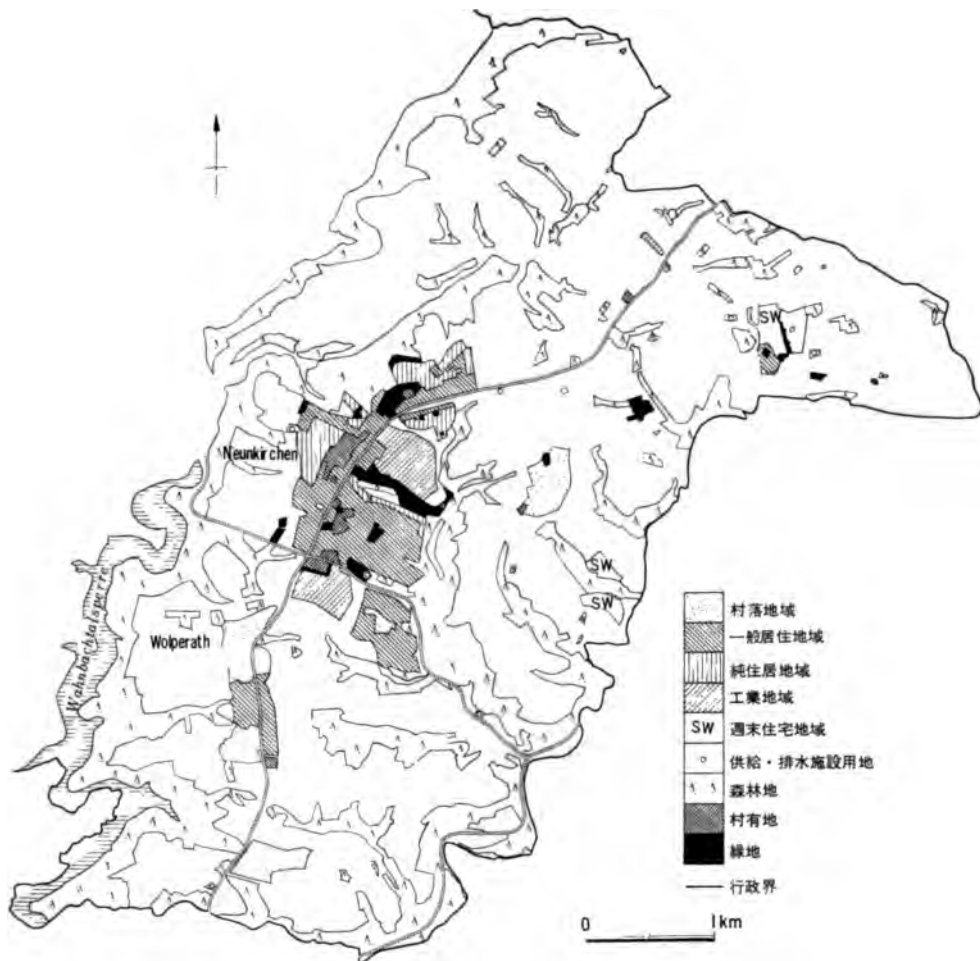
新しい農地整備のもう一つの成果は，道路網の整備である。他人の農地を通らなければ到達できなかった農地，袋小路の道路，大型機械の通れない狭い集落内の道路などが改善され，すべての農家が幅広い公道に面するようになった。集落の中心部にベンチの付いた緑地広場が設けられ，道路網の整備によって自宅から大型機械で自分の農地へ行けるようになった。事業施行費の56.7％が道路建設費であったことを考えれば，農地整備事業の道路網整備に果した役割の大きいことがわかる。

本村は1970年の州発展計画Ｉ（州域を集積・集積縁辺・農村の３地帯にゾーニング）では，農村にゾーニングされている。州発展計画Ⅲでは自由空間の役割（Freiraumfunktion）を決めているが，農村地帯では「水経済と超局地的休養」の役割を担うことになっている。ヴォルペラート農地整備区域東端には，村民およびより広い地域の住民の週末行楽地が指定され，行楽施設と並んで週末＝休養（Wochenende-und Ferienerholung）ハウス地区２カ所が建設された[13]。一つはニーダーホーバッハ Nieder Hobach の3.5 ha，13戸と，他はオーバーホーバッハ Ober Hobach の２ha，35戸で，1970年に建設された。さらに農地整備区域外ではあるが，その北側にもう一カ所（ハーゼンバッハ Hasenbach，12 ha，85戸）が1972年に州の農業構造改善事業などによって造成された。

1973年に村では連邦建設法（1960）によって土地利用計画と村発展計画を作成した（第４図)。村域50.64 km^2 の63.4％はバーンバッハタールシュペーレ堰止湖の水質保全地帯（Wasserschutzzone）と景観保全地域（Landschaftsschutzgebiet）に指定され，農地整備事業の大枠を規制している。すなわち，湖に流入する斜面の土地利用は著しく制限され，農地整備事業にともなう新しい宅地造成に際しては，排水溝を他の流域まで誘導する必要がある。すでにある集落で湖に排水しているものは，完全生物的浄化施設を設けなければならない。

村内88カ所の集落（Wohnplätze）のうち，1961～1971年の10年間に，人口100人未満の孤立荘宅的・小村的集落は人口が減り，100人以上の集落は人口が増加した。人口規模1,000～2,000人のノインキルヒェンとゼールシァイトの二大中心集落には，村全体の増加人口の55％が居住した。

農地整備事業を契機に，人口停滞気味の集落に新しい道路と宅地区画を造成して，流入人口の受け入れを図った。割合に大きくまとまった宅地群は，土地利用計画図上では，農家を内包した村落地域（MD＝Dorfgebiet）と一般居住地域（WA＝Allgemeines Wohngebiet）として指定されている。村落地域としてはヴォルペラート Wolperath・ヴィーシァイト Wiescheid・レムショス Remschoss・ホーン Hohn，一般居住域としてはフレーガーホーフ Flögerhof・ホーン Hohn が指定されている。

本村の中心集落ノインキルヒェンは，圏域人口１～２万人の小中心地（Kleinzentrum）として計画されている。役場，警察署・消防署・病院・郵便局・営林署・カトリック教会・墓地・ギムナージウム・初

第4図　Neunkirchen の土地利用計画図（白地は農道と既存村落を除くとほとんど農地）

等学校（6～9歳までの教育機関）・農協銀行（Raiffeisenbank）・郡金庫が従来から存在していたが，新らたにプロテスタント教会・基幹学校（10～13歳までの教育機関，全村からスクールバスで通学してくる）・カトリック幼稚園・プロテスタント幼稚園・オリンピック協会規格（10×25 m）の室内プール・運動場・テニスコート・スーパーなどの中心地施設が設けられた。

アメリカ系資本の AVON 化粧品のびん詰配送工場が1970年に設置され，従業員359人をかかえ，脱農者や農家の若年婦人労働力を吸収している。農地整備区域外ではノインキルヒェンに22万 m² の，ゼールシャイトに5万 m² の工業団地が設けられ，食品・プラスチック加工・家具製造・金属加工などの公害の少い工場が約10ほど進出し，村全体では AVON と合わせて合計700人程の新しい職場を提供している。

ヴォルペラート農地整備事業は，単に農業の生産性向上のためだけではなく，村の発展計画にとって必要な事業を多くとり込んで行なわれた。村当局の強い指導力は，学校用地などの先行取得，宅地予備地の先行指定などにみられるように，ケルン――ボン大都市地域における村の役割をふまえて事業に当ってきた。ノインキルヒェンとゼールシャイトを最短コースで結ぶ道路も，別の農地整備事業で計画されている。

VI. おわりに

ケルン――ボン大都市地域内にあるヴォルペラートの農地整備区域を事例として，ドイツの都市周辺の農村の変貌を，社会構造・土地利用の面から考察した。大都市周辺農村への都市人口の流入は避けることができない。農業就業人口の減少と，労働力の非農業化によって農業構造が変化する中で，都市化に対応する手段として，ヴォルペラートでは農地整備事業で対処した。

大都市周辺農村の役割は，単に食糧生産機能だけでなく，水資源の確保・レクリェーション・自然保護・生態的調整空間などの機能，さらには都市からあふれ出す人口を収容する住宅地機能をも担うようになってきた。このように都市周辺農村では，農林業は農村のもつ全体機能のうちの部分機能を担っているに過ぎない。そのため農地整備事業は単に分散農地を統合し，農道の新設・改修によって農業の生産性を向上させるばかりではない。さらに農地の流動化の契機を与えることによって農民を脱農し易くし，集落の区画整理事業を代行することによって都市的住民の受け入れ基盤を造成し，住宅地区指定によって道路・下水・供給施設などのインフラストラクチャーの整備を行なった。都市周辺農村といえども，自然保護と景観保全といった規制は厳しく，農村景観を規定する因子となっている。

西ドイツの農村は，都市周辺といえども自由放任ではなく，管理され，計画されて，形成されている。新しい農地整備事業は，農村の再開発や，農村地域を秩序立てるための有力な手段としても，利用されている。

謝　辞

本研究の資料収集は1978年3～11月に行なった。西ドイツ農林省，ノルトライン＝ヴェストファーレン農地整備局，一室を提供して下さり，あらゆる帳簿や作業図を閲覧させて下さったジークブルク農地整備局支所長 Dr. LESEMANN，測量技師 ARNOLD，書記 WEISS，研究地域への紹介をいただいたジークブルク郡役所地域計画部の Dr. SCHAAKE，ノインキルヒェン＝ゼールシァイト村助役 LUDWIG，研究の場を提供下さったボン大学経済地理学教室の Prof. Dr. H. HAHN, Prof. Dr. G. AYMANS，研究費の援助をいただいた Alexander von HUMBOLDT-Stiftung に対し，深甚なる謝意を表する。

本稿は1980年日本地理学会春季学術大会で発表したものに，加筆・修正を加えたものである。発表に対し，谷岡武雄氏から有益なご質問をいただいた。原稿は山本正三氏に校閲していただき，製図には富坂和人・小崎四郎氏の助力をえた。以上記して謝意を申しあげたい。

文献および注

1) 佐々木　博(1976)：ケルン――ボン近郊 Vorgebirge の野菜栽培，地理評，49，1，1-24.
2) Rhein-Sieg-Kreis (1972)：*Kreisentwicklungsplan*. s. 16, ha 当り収量を基に，農地を5階級に分級してある.
3) 前掲2) s, 70.
4) Rhein-Sieg 郡全体では連邦首都ボンへの通勤者が圧倒的に多い。佐々木　博 (1980)：ボン――ローマの砦から連邦首都へ――. 高野史男編著『都市形成の地理的基盤』大明堂，158-170.
5) SANDER, H. J. (1970)：*Wirtschafts-und sozialgeographische Strukturwandlung im nördlichen Siegmündungsgebiet*. Arbeiten z. Rheinisch. landesk. 30, 100s では，ボンに北隣する集格で SPD の倍増と諸派の激減，CDU の60%程度の安定した支持率が指摘されている。
6) Landwirtschaftskammer Rheinland (1978)：*Rheinische Landwirtschaft im Wettbewerb um Produktionskapazitäten*. Erbebnisse der Sozialökonomischen Betriebserhebung 1977. Schriften d. Landwirtschatskammer Rheinland Heft 40.
7) DROP, P. (1972)：Veränderungen in der Agrarstruktur des rechtsrhein ischen Rhein-Sieg-Kreises in der Nachkriegszeit. Wissenschftl. Arb. im Rahmen der Ersten Staatsprüfung Univ. Bonn.

田山輝明訳 (1979)：西ドイツ農地賃貸制度改革に関する資料，農林水産省構造改善局農政部農政課，19頁.
田山輝明 (1980)：西ドイツの農地制度，不動産研究，22, 2, 29-37.
用益賃貸借契約の告示に対する保護ならびに用益賃貸借契約の変更は，より緩和された前提条件のもとに置かれた（小作法7条・8条）．用益賃貸借契約に際しての従来の許可手続きは，官庁の異議勧告手続によって置換えられた（小作法5条）．価格規定は小作に関しては撤廃された（小作法6条1項）.

8) 佐々木　博 (1980)：西ドイツの農地整備事業，人文地理学研究 IV, 10-49.
9) 田山輝明 (1977)：西ドイツの農地整備法――1976年改正条文および改正理由――．比較法学，12-1, 147-241.
10) 佐々木　博 (1979)：西ドイツの地域秩序と地域計画，人文地理学研究 III, 15-46.
11) LOCHBRUNNER, W. (1976) : Kemptener Vereinödungen――Vor 425 Jahre erstmals Ländliche Neuordnung im Allgäu. *Berichte aus der Flurbereinigung*, **24/1976**, 20-26. ヴィルヘルム・ロッホブルンナー，佐々木　博訳 (1980)：ケンプテン司教区の農地統合――アルゴイ地方における425年前の最も古い農村の新しい秩序化――．地理 **25**-3, 99-108. によると，最大の支出は，測量技師と土地鑑定人の日当であった.
12) HAHN, H. (1977) : Auswirkungen von Weinbergsflurbereinigungen auf die Sozial-und Wirtschaftsstruktur der Weinbaubetriebe――am Beispiel der Verfahren Boppard I und Oberwesel I, Oberes Mittelrheingebiet. *Erdkunde* **31**-3, 193-206.
13) 西川　治 (1961)：フルールベラィニグングによる農村景観の更新．辻村太郎先生古稀記念，地理学論文集，491-517.
GALLUSSER, W. A. (1964) : Die Landwirtschaftliche Aussiedlung in der Strukturverbesserten Agrarlandchaft――am Beispiel des Kreises Schleiden. *Erdkunde* 18-4, 311-328.
などの研究にも，週末行楽地としての駐車場の整備や農家の民宿化の傾向が指摘されているが，セカンドハウス地区の建設までには至っていない。

（1981年1月13日受理）

地学雑誌 90, 4 (1981)

「東南アジア古生物の研究」についての記録(その3)

東南アジア古生物研究会

Record of a Palaeontological Research in Southeast Asia, Part III

Association for Palaeontological Research in Southeast Asia

はじめに

1962年(昭和37年)冬に東南アジア古生物の研究が始まってからすでに約18年, 1967年(昭和42年)に研究連絡, 成果発表, 成果刊行費申請の必要上,「東南アジア古生物研究会」が組織されてから約14年余りが経過した。この間に18回の海外現地調査が実施され, 昭和53年には「東南アジアの地質および古生物についての筑波国際討論会」(トヨタ財団の援助による)が開催された。これらの成果は“Geology and Palaeontology of Southeast Asia”(東大出版会刊行)に発表され, 現在まで22巻が刊行されている。

本稿はプロジェクト全体についての研究目的・構成・調査地域・公表論文の題目などについての記録の総括であり, 1962~70年の8年間についての記録は本誌第80巻第1号(781号, 昭和46年2月, 以下“その1”と略記), 1971~75年の5年間については同じく第84巻第3号(807号, 昭和50年6月, 以下“その2”と略記)にまとめてあり, 本稿はその続稿である。各項目についての記録は重複をさけるため,“その2”以後のものをあげてあるが, 全体を概観する必要のある表などについては全部をまとめてある。(本稿は烏山隆三・橋本 亘の原稿に小林貞一が加筆したもので, 文責は烏山にある。)

I. 研究題目および調査隊員(○印, 研究代表者)

昭和40年代後半以降は, 文部省科学研究費による海外学術調査は申請件数が多くなり, 本プロジェクト初期のような多人数の inter-universities チームによる調査費の獲得は次第に困難になってきた。また東南アジア各国では外国人による現地調査, とくに採集標本の国外持出しの制限がきわめて厳重になってきたため, 海外学術調査費の申請が控えめになってきた。しかし, 経済成長に伴なう円の価値上昇に伴ない個人負担でも短期間で特定の問題であれば調査可能となってきたのも事実である。本稿では個人負担による調査は“その2”同様番外として取扱ってある。

番外D:昭和50年(1975年);フィリピン群島ルソン島北部 Nueva Ecija 州の“フズリナ”産地およびセブ島 Algao-Dalaguete 炭田化石採集。台湾, 山麓帯における新・古第三系境界部の研究。

○橋本 亘(千葉大), 青木直昭(東教大)以上2名

第10次:昭和51年(1976~77年);1. フィリピン群島の新第三系の生層序学的研究:2. インドネシア地質調査所所蔵の第三系産貝化石の研究:3. インドネシア, スラ島の中生界の研究

○菅野三郎(筑波大), 佐藤 正(筑波大), 青木直昭(筑波大), 野田浩司(筑波大), 橋本 亘(千葉大), ALCANTARA, P. M.(千葉大)以上6名

番外E:昭和51年(1976年);台湾中央山脈の地質研究

○橋本 亘(千葉大), 青木直昭(筑波大)以上2名

番外F:昭和51~52年(1976~77年);台湾中央山脈の地質研究

○橋本　亘（千葉大），菅野三郎（筑波大），青木直昭（筑波大）以上3名

番外G：昭和54年（1979年）；フィリピン群島カラミアネス群島の地質研究

○橋本　亘（東教大），滝沢　茂（筑波大）以上2名

番外H：昭和54年（1979年）；タイ半島部・北西部・中央部の上部古生界の研究

○坂上澄夫（千葉大），柳田寿一（九大），八田明夫（千葉大）以上3名

番外I：昭和55年（1980年）；フィリピン群島カラモアン半島の結晶片岩層と白亜系・古第三系との層序関係の研究

○橋本　亘（東教大），滝沢　茂（筑波大）以上2名

第11次：昭和55年（1980年）；フィリプン産 *Vicarya* の生層序学的研究

○菅野三郎（上越教育大），青木直昭（筑波大），増田富士雄（筑波大），大原　隆（千葉大），牧野泰彦（茨城大），P. M. ALCANTARA（筑波大）以上6名

追補

番外 B'：昭和47年（1972年）；マレー，Bukit Panching の石灰岩の研究　坂上澄夫，10月16〜20日〔MURTHY 参加〕

II. 目的国および調査費

昭和37年以降，本プロジェクトで実施した現地調査の対象地域，調査費の出所全体を概観したのが第1表である。

III. 協力機関

Iに述べたように，昭和50年以降は個人負担による現地調査がむしろ主になっているが，その場合でも相手国協力機関から多くの便宜供与を受けている。経費は個人負担であるが現地では semi-official で，実質的には従来とあまり変っていないのが実状である。“その2”以後，若干の変化があるので次に掲げる。

1. タイ

Department of Mineral Resources; Rama VI Road, Bangkok-4
Director-General: Prabhas CHAKKAPHAK (Dr.)
Geological Survey Division: Director, Manas VEERABURUS

2. マレーシア

Jabatan Penyiastan Kajibumi, Malaysia (Geological Survey of Malaysia)
Federal Headquater; Jalan Gurney, Kuala Lumpur
Director-General; CHUNG Sooi Keong
Ipoh Branch; P. O. Box 1015, Scrivenor Road, Ipoh, Perak
Assistant Director General; Jaafar Bin AHMAD
Principal Geologist; YIN Ee Heng
Geological Survey Borneo Region; Kuching, Sarawak, East Malaysia
Principal Geologist; KHO Chin Heng
Geological Survey, Kota Kinabalu, Sabah
Principal Geologist: David LEE Thien Choi

3. フィリピン

Philippine Bureau of Mines and Geo-Sciences: Pedro Gil Street, Manila
Director; Juanito C. FERNANDEZ
Geological Survey Division

第 1 表

	年度	対象地域	調査人員	調査費 主体		寄付[1]	研究代表者
I	1962-63 (昭和37年度)	タイ	5	アジア財団	162万	79万	小林貞一
II	1963-64 (昭和38年度)	タイ・西マレーシア	8	コロンボ計画[2]	約350万	—	同　上
III	1964-65 (昭和37年度)	フィリピン・タイ	10	文部省海外学術調査費	400万	121万	鳥山隆三
IV	1965-66 (昭和40年度)	フィリピン・タイ，西マレーシア	13	同　上	520万	106万	同　上
V	1966-67 (昭和41年度)	フィリピン・台湾	8	同　上	400万	40万	浅野　清
VI	1968-69 (昭和43年度)	西マレーシア 東マレーシア(北ボルネオ)	13	同　上	850万	40万	鳥山隆三
A	1968 (昭和43年)	台　湾	5	個人負担	—	—	橋本　亘
VII	1971-72 (昭和46年度)	西マレーシア・東マレーシア インドネシア・フィリピン・〔台湾〕	13	文部省海外学術調査費	1000万	—	同　上
VIII	1972 (昭和47年)	インドネシア (カリマンタン スマトラ)	2	茗渓会その他の奨学寄付金		150万	同　上
B	1972 (昭和47年)	台　湾	3	連合砿業研究所		約100万	同　上
C	1973 (昭和48年)	台　湾	4	同　上[3]		約130万	同　上
IX	1974-75 (昭和49年度)	フィリピン・東マレーシア（サラワク）・西マレーシア・〔台湾〕	12	文部省海外学術調査費	500万	300万	同　上
D	1975 (昭和50年)	フィリピン・台湾	2	個人負担	60万	—[4]	同　上
X	1976 (昭和51年)	フィリピン・インドネシア	6	筑波大学内研究費 吉田財団	60万	85万	菅野三郎
E	1976 (昭和51年)	台　湾	2	個人負担	30万	—[4]	橋本　亘
F	1976-77 (昭和51-52年)	台　湾	3	同　上	45万	—[4]	同　上
G	1979 (昭和54年)	フィリピン	2	同　上	50万	10万	同　上
H	1979 (昭和54年)	タ　イ	3	同　上	—	—[4]	坂上澄夫
I	1980 (昭和55年)	フィリピン	2	同　上		—[4]	橋本　亘
XI	1980 (昭和55年度)	フィリピン	6	文部省海外学術調査費	510万		菅野三郎

1) 第3次～第5次の文部省海外学術調査費では調査費総額の10～20%を寄付金で賄うことが義務づけられていた。また，現金以外に若干の現物寄付もある。
2) コロンボ計画(OTCA)では相手国もほぼ同額の経費を負担している。
3) 台湾調査費は連合砿業研究所と調査参加者の個人負担，航空運賃は参加者の個人負担。
4) 当該国の協力機関から便宜供与をうけている：台湾鉱業研究所 (MRSO)，フィリピン (Bureau of Mines)，タイ (Department of Mineral Resources)

Acting Chief: Oscar CRISPIN

4. 中華民国（台湾）

工業技術研究院鉱業研究所：台湾省150　台北市敦化南路1号

所長；馮大宗（T. T. FENG）
地質研究室主任；鐘振東（C. T. CHUNG）
中国石油股份有限公司
總地質師；張錫齡（Stanley S. L. CHANG）
地質組長；邱華燈（H. T. CHIU）

IV. 調査地域の概略

1．番外D：橋本・青木

ルソン島北部 Nueva Ecija 州 Lubingan 山地の化石採集。1975年8月19〜21日〔BALCE 及び ALCANTARA (PBM) 参加〕

セブ島 Algao-Dalaguete 炭田調査。8月22〜28日〔ALCANTARA (PBM) 参加〕

台湾北台県青潭層の層位，南投県大坑の不整合，台南県崎頂層の小型有孔虫採集。8月30日〜9月6日〔李春生，王文能参加〕

2．第10次調査

菅野・橋本班；Baguio 周辺—Sagada 台地入口—Bontoc—Chico 川—Tuao 周辺。1976年8月5〜13日〔MONTERO, VALLESTEROS (PBM) 参加〕

青木・野田班；Bondoc 半島中・南部調査。8月5〜16日〔ESPIRITU (PBM) 参加」

橋本・ALCANTARA は Catanauan でこの班に合流。Batan 諸島 (Catanauan-Daet-Legaspi)-Cebu 島 (Compostella-Danao 炭田，Alpaco-Uling 炭田)〔Alpaco-Uling 炭田は野田のみ〕。8月16日〜9月1日

青木・橋本・ALCANTARA：Cebu 島 Alegria 油田および Negros 島北東部化石採集。8月25日〜9月1日

菅野：インドネシア地質調査所所蔵，始新世 Nangurang の標本調査，1976年8月15〜28日

佐藤・WESTERMANN：Sula 島のジュラ紀層調査と産出する化石の研究。1976年9月6〜24日

3．番外E：橋本・青木

陳有欄渓の新高層と水長流層の関係；中央山脈（梨山—蘭陽渓）における芦山階と四稜層の追跡。1976年9月5〜25日〔MRSO より李春生・王文能・呉永助参加〕

4．番外F：橋本・菅野・青木

澳底挾炭層の層位，南部横貫公路の化石探査。1976年12月13日〜1977年1月10日〔李春生・王文能・鐘振東（一部)・楊健一（一部）参加〕

菅野：中部の南港層・左鎮の崎頂層・恒春の四溝層の化石採集。12月末〜1月10日〔李春生参加〕

5．番外G：橋本・滝沢

Palawan 州 Calamian 群島調査，3月21〜27日〔BALCE,ESPIRITU, BAURA (PBM) 参加〕

Nueva Ecija 州 Lubingan 山地 Labi 川上流調査，3月29〜31日〔ROLLAN (PBM) 参加〕

橋本：Tanlac 州 Aksitero 層調査，4月3〜4日〔CASTAÑEDA・ROLLAN (PBM) 参加〕

6．番外H：坂上・柳田・八田

タイ半島部 Khao Phra-Prachuap Kirikan-Khao Than の石炭系・二畳系調査。1979年7月17〜26日〔沢田秀穂（ソンクラ王子大学)・NIKORN・THANIS (DMR) 参加〕

Chiang Mai 付近・Doi Pha Phulung・Kiudom damsite の二畳系，Ngao Song Highway 付近の三畳系（？）7月28〜31日。〔Sangat PIYASIN (国防省)，NIKORN, THANIS 参加〕

Phetchabun 付近・Khao Hin Kling の二畳系調査8月6〜8日〔NIKORN, THANIS参加〕

7．第11次海外学術調査

A．1980年11月4日〜12月8日の35日間，次の地域における *Vicarya* の採集と大型および小型化石群

集の採集ならびにそれぞれの地域の生層序学的調査

1）ルソン島北部 Ilagan Kiangan 地域

2）ルソン島北部 Baguio 市付近

3）ルソン島中部 Batangas 地域

4）セブ島 Alpako, Danao 地域

5）パナイ島 Tigum River 上流地域

6）ミンダナオ島 Sibugay, Zanboanga 地域

B. ルソン島北部タルラック西部の有孔虫生層序の調査

C. ルソン島 Bondoc 半島の有孔虫・貝化石の調査

V. 成果の発表

1) 国際討論会・国際会議

本プロジェクトで採集した尨大な資料は専門別に各分担者が研究を行ない，それらの結果は日本古生物学会その他関連学会で発表されてきた。系統分類別の成果にもとづく各地域での生層序の確立，各地域における層位学的あるいは地質構造についての情報が累積するに従い，各地域あるいは広域の地史の総括を行なうことが必要となった。これには各地域の協力機関の研究者を招いて討論会を開催することが最も有効であり，本研究会として次のような国際討論会あるいは集会を開き，また関連国際会議に会員が出席して成果を発表した。

(1) 東南アジア地史・古生物国際研究集会：1976年2月2日，3日，千葉大学理学部。

この集会は本プロジェクト第9次海外学術調査の成果とりまとめのために科学研究費により開催され，フィリピンより ESPIRITU, BALCE 両氏が招待された。

1. Micropalaeontological analyses of Sula Sea B-1 well, Southwest Philippines····E. A. ESPIRITU
2. A Review of the Toctonics of the Philippine Archipelago. Part 1-Space frame····G. R. BALCE, D. H. ALMOGERA, P. M. ALCANTARA and E. M. MORANTE
3. Pratya Samutopatam toward Thailand's Palaeontology; Four Ages of her Geological History····小林貞一
4. タイ北西部の二畳系・三畳系の境界問題····鳥山隆三
5. フィリピン群島の地質構造（総括と問題点）····橋本　亘
6. 二畳紀コケムシの古地理的分布····坂上澄夫
7. 石炭紀後期～二畳紀前紀の腕足類フォーナの変遷····柳田寿一
8. タイ・マレーシアの下部古生界の研究上残っている問題····浜田隆士
9. タイの非海成中生界の研究上の問題点····岩井淳一
10. 海成三畳系の研究候補地域····田村　実
11. Cathaysia flora と Gondwana flora の関係—被子植物の起源の問題····浅間一男
12. タイ北西部ランパン地域の三畳系····石橋　毅
13. タイ・マレーシアのコノドント succession の問題点····小池敏夫
14. 小スンダ列島・西イリアンのジュラ系，弧状列島の見地からみたパラワン島の延長の北ボルネオとミンダナオ島の延長のセレベス。今後の海外調査のあり方····佐藤　正
15. 連続した section の小型有孔虫の succession (Bisayan 盆地)，大型有孔虫との関係。サラワクの Krocker 層の時代と浮遊性有孔虫の地域性····氏家　宏
16. 古第三紀～中新世の軟体動物化石群の祖先型の問題。ボルネオ—スマトラの brackish fauna。

台湾新高地区と北部地区との関係‥‥菅野三郎

17. Bondoc 半島, Cebu, Zamboanga など連続的な molluscan succession‥‥‥‥青木正昭
18. 温暖性フォーナの南方へのつながり。ジャワ第三系の各階の吟味とパキスタンの第三系との対比‥‥首藤次男
19. スマトラ北西 Nias 島, ジャワ東方 Sunbawa 島の第三系の連続 succession‥‥松丸国照
20. フィリピン群島東部の地質構造発達史‥‥北村　信

以上のように, この討論会ではこれまでの現地調査の研究成果とともに, 将来の調査候補地域および問題点が指摘された。

(2) 東南アジアの地質および古生物シンポジウム (Geology and Palaeontology of Southeast Asia Sympodium, Tsukuba, '78) : 1978年10月2～9日, 筑波大学大学会館, 委員長　菅野三郎

この国際討論会はトヨタ財団の援助 (532万円) と筑波学都資金財団, 筑波大学の支援によって, GPSEA 第1～20巻の刊行を記念し, また過去15年の本プロジェクトでえられた成果を総括し, 協力機関の研究者と問題点を討論するために開催された。出席者150名, うち, 外国人出席者は24名で, 内訳はフィリピン5名, マレーシア3名, タイ3名, インドネシア3名, 台湾8名, 韓国2名である。

10月3～5日の3日間行われた討論会で発表された論文は37篇 (申込みは40篇), すべて GPSEA 第21巻に発表順に印刷された (ただし, 12篇は abstract で, 後述の GPSEA 各巻の内容にあげた Vol. 21の各論文番号に * をつけてある)

2) 関連国際学会における講演, 成果発表

APRSA が主催した集会, 討論会以外に東南アジア各国で開催された国際学会, 討論会で本プロジェクトに関連した研究が会員によって公表されている。

(1) First Regional Conference on Geology and Mineral Resources of Southeast Asia: 1972年3月20～25日 ; Kuala Lumpur, ユネスコの援助によりマレーシア地質学会主催。本会議の登録者は260名。日本からは10名が登録したが, APRSA 日本人会員は出席しなかった。この会議に提出された論文は Geol. Soc. Malaysia, Bull. No. 6 として出版され (1973年7月), APRSA 国内会員のものとしては次の1篇のみである。

The Early Stage of the Burmese-Malayan Geosyncline‥‥T. KOBAYASHI

(2) Second Regional Conference on Geology and Mineral Resources of Southeast Asia: 1975年8月1～3日 : Djakarta

インドネシア政府の援助によりインドネシア地質学会の主催で開催され, APRSA からは橋本亘, 菅野三郎が出席し, 次の地質見学旅行に参加した : (1) ジャワ沖油田, (2) Prabahan Ratu, (3) スマトラ南東部 Padan-Bukit Tinggi, (3) で採集した三畳紀コノドントは第8次調査で橋本, 小池がトバ湖東北部の三畳系から採集したものと共に最近公表された (後述 V-2B参照)

(3) Third Regional Conference on Geology and Mineral Resources of Southeast Asia : 1978年11月14～18日 : Bangkok-Pataya

タイ地質学会, アジア工学研究院(AIT), タイ鉱産局(DMR)の主催であるが, 主なスポンサーは Canadian International Development Agency で, 経済大国日本がこの方面ではなんら寄与していないのは残念である。東側・西側をとわず世界各国よりの参加者は400名以上に達し, 日本からは8名が参加したが, APRSA からは烏山1名である。提出論文数は79, Abstract 41, 会議中に刊行された Proceedings (862頁) にすべて公表された (V-2B参照)

(4) Fourth Regional Conference on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia : 1981年11月18～23日 : Manila

フィリピン国際会議センター。主催はフィリピン地質学会, 鉱山・地球科学局, エネルギー開発

局，地球科学委員会の4者，組織委員長は J. C. FERNANDEZ (鉱山・地球科学局局長)。一般地質を始め14 topics で，地球科学のほとんどの分野をカバーしている。

APRSA では橋本亘会員が東南アジア古第三紀シェルフに関する論文の提出を求められている。

(5) First International Congress on Pacific Neogene Stratigraphy: 1976年5月16～21日：東京
APRSA 会員が多数出席し，橋本および BALCE, 首藤，氏家，小高，菅野が講演をしている。これらの講演の全文または摘要は1977年出版された Proceedings に掲載されている (V-2 B参照)

(6) International Geological Correlation Program (IGCP), Project 114, Biostratigraphic Datum-Planes of Pacific Neogene. 2 nd Working Group Meeting: 1977年5月30日～6月1日：Bandong, Indonesia
インドネシア地質調査所主催。上記 (5) における集会に次ぐもので，首藤・菅野・橋本・青木・松丸の各会員が出席，東南アジアの化石に関するいくつかの論文を提出した。

(7) 同上，3 rd Working Group Meeting: 1978年6月26～28日；Stanford Univ., Calif.
高柳・小高・菅野・青木・野田・松丸の各会員が出席，東南アジアの化石について，いくつかの論文が提出された。

(8) 同上，4 th Working Group Meeting: 1979年8月22～31日：Khabarovsk, USSR；
太平洋学術会議の機会を利用し開催され，菅野・青木・栗原の各会員が出席した。

3) 刊行物

このプロジェクトによる研究成果は主として"**Geology and Palaeontology of Southeast Asia**" (GPSEA) (東大出版会) に発表されている。現在まで22巻が刊行され，総頁5009頁(本文)，600図版に及んでいる。22巻のうち，Vol. 1, 2, 6, 11, 15, 17, 21, 22を除き，すべて文部省成果刊行費の援助によって出版されている。最近はほとんど各巻の書評が Jour. Paleontology, Amer. Assoc. Petrol. Geol., Geol. Mag. などにのり，GPSEA は国際的に高く評価されている。

A. Geology and Palaeontology of Southeast Asia

Volume 16, 1975年10月10日

162. Upper Carboniferous Brachiopods from Wang Saphung, North Thailand, by J. YANAGIDA
163. Permian Bryozoa from Khao Hin Kling, near Phetchabun, North-Central Thailand, by S. SAKAGAMI
164. Some Triassic Ammonites from Indonesia and Malaysia, by T. ISHIBASHI
165. Upper Triassic Estheriids in Thailand and the Conchostracan Development in Asia in the Mesozoic Era, by T. KOBAYASHI
166. Younger Mesozoic Plants from Ulu Endau, Pahang, West Malaysia, by E. KON'NO and K. ASAMA
167. On the *Lepidocyclina*-bearing Limestone exposed at the Southern Cross Mountain Highway, Taiwan, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU
168. Larger Foraminifera from the Philippines. Part Ⅲ. Limestones from Eastern Coastal Ranges of North and Central Luzon, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU
169. Larger Foraminifera from the Philippines. Part Ⅳ. Larger Foraminifera from Mountain Province, by W. HASHIMOTO

Volume 17, 1976年2月29日

170. Fusuline Fossils from Thailand, Part Ⅸ. Permian Fusulines from the Rat Buri

Limestone in the Khao Phlong Phrab Area, Sara Buri, Central Thailand, by R. TORIYAMA

171. Late Viséan *Eostaffella* (Fusulininan Foraminifera) from West Malaysia, by T. OZAWA
172. The Evolution and Extinction Patterns of Permian Fusulinaceans, by K. KANMERA, K. ISHII and R. TORIYAMA
173. Paleobiogeography of the Permian Bryozoa on the Basis of the Thai-Malayan District, by S. SAKAGAMI
174. Paleobiogeographical Consideration on the Late Carboniferous and Early Permian Brachiopods of Central North Thailand, by J. YANAGIDA
175. *Gigantopteris* Flora in Southeast Asia and its Phytopaleogeographic Significance, by K. ASAMA

Volume 18, 1976年12月25日

176. Fusuline Fossils from Thailand, Part X. The Permian Fusulines from the Limestone Conglomerate Formation in the Khao Phlong Phrab Area, Sara Buri, Central Thailand, by R. TORIYAMA and K. KANMERA
177. *Monotis subcircularis* GABB from Sarawak, East Malaysia, by M. TAMURA and V. HON
178. Upper Jurassic Bivalves from the Kedadom Formation of Sarawak, Malaysia, by M. TAMURA and V. HON
179. Orbitolinas from West Sarawak, East Malaysia, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU
180. Larger Foraminifera from the Philippines. Part V. Larger Foraminifera from Cenozoic Limestones in the Mansalay Vicinity, Oriental Mindoro, with an Appendix " An Orbitoid-bearing Limestone from Barahid, Bongabong, by W. HASHIMOTO, K. MATSUMARU and K. KURIHARA
181. Notes on the Late Cenozoic Planktonic Foraminifera and Calcareous Nannofossils from Panay, Philippines, by Y. TAKAYANAGI, T. TAKAYAMA and M. ODA
182. New Species and Subspecies of Benthonic Foraminifera from the Miocene Sandakan Formation, North Borneo, by H. UJIIÉ
183. Larger Foraminiferal Assemblages useful for the Correlation of the Cenozoic Marine Sediments in the Mobile Belt of the Philippines, by W. HASHIMOTO, K. MATSUMARU, K. KURIHARA, P. C. DAVID and G. R. BALCE
184. Southern Genus *Bassina* (Pelecypoda) from Indo-Pacific Region, by T. KOTAKA
185. Additional Notes on the Miocene Pitogo Fauna of the Bondoc Peninsula, the Philippines, Part I. Systematic Description of Pelecypoda, by T. KOTAKA and H. NODA
186. Canguinsa and Vigo Formations, Bondoc Peninsula, Central Philippines, by N. AOKI and E. A. ESPIRITU
187. Sumagui Formation, Mindoro, and Malbog Formation, Marinduque, Central Philippines, by N. AOKI

Volume 19, 1978年1月20日

第2表 Geology and Palaeontology of Southeast Asia, Volumes 1-22 (1964～1981) に掲載論文の地域別の論文数（ ）内は当該地域(国)の日本人以外の著者または共著者数

巻	地域 / 発行年	タイ	タイー西マレーシア	西マレーシア（含シンガポール）	東マレーシア	インドネシア	ヴェトナム	フィリピン	台湾	広域（含その他）	計 論文数	計 著者数
1	1964	11(1)		7(1)			1				19*	12(2)
2	1966	12(3)		3(3)							15*	19(6)
3	1967	3	1(2)	4(1)							8	12(3)
4	1968	7(2)		2				4(4)			13	22(6)
5	1968	6(3)		5				3	1		15	22(3)
6	1969	1		1				3			5*	5
7	1970	3(1)		1				2			6	9(1)
8	1970	3		3	1			3	2(1)		12	19(1)
9	1971	1		3(1)	1						5	9(1)
10	1972	2		4	1		2		2		11	14
11	1973			2	1	1		2	1	1	8	9
12	1973	5(1)		5	1	1			1(1)		13	14(2)
13	1973	1	1	1		3		2	1(1)		9	13(1)
14	1974	5(2)		1	1	2		2(1)	1		12	18(3)
15	1975		5(9)					1(2)	4(3)	4	14	37(14)
16	1975	3		$1\frac{1}{2}$		$\frac{1}{2}$		2	1		8	8
17	1976	3		1						2	6	7
18	1976	1			4(1)			6(1)		1	12	15(2)
19	1978	2		2	$2\frac{1}{3}$(1)	$1\frac{1}{3}$		$5\frac{1}{3}$(3)	1		14	17(4)
20	1979	1	1	2(2)				2(2)	2(3)		8	22(7)
22	1981	3(4)						6			9	12(4)
計		73(17)	8(11)	$48\frac{1}{2}$(8)	$12\frac{1}{3}$(2)	$8\frac{5}{6}$	3	$43\frac{1}{3}$(13)	17(9)	8	222	315(60)

* Contribution number のつかない Reference work を含む

188. Upper Ordovician Trilobites from the Langkawi Islands, Malaysia, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA
189. Fusuline Fossils from Thailand, Part XI. Shell Destruction of Verbeekinids in the Fusuline Fauna of Khao Khao, Sara Buri, Central Thailand, by R. TORIYAMA
190. The Upper Jurassic and Middle Cretaceous Terebratulidae from the Bau Limestone Formation in West Sarawak, Malaysia, by J. YANAGIDA and J. LAU
191. *Podozamites pahangensis* n. sp. from the Younger Mesozoic plant bed in Ulu Endau, Pahang, West Malaysia, by K. ASAMA
192. Discovery of *Nummulites* from tne Lubingan Crystalline Schist exposed East of Bongabon, Nueva Ecija, Philippines and its Significance on the Geologic Development of the Philippines, by W. HASHIMOTO, N. AOKI, P. C. DAVID, G. R. BALCE, and P. M. ALCANTARA
193. Larger Foraminifera from the Philippines VI. Larger Foraminifera found from the Pinugay Hill Limestone, Tanay, Rizal, Central Luzon,by W. HASHIMOTO,

第3表 Geology and Palaeontology of Southeast Asia, vols. 1-22(1964-1981)
に掲載された論文の専門分野および時代別分布(Vol. 21, 特別号は除く)

計		分野／時代	原生	腔腸	蘚虫	腕足	斧・腹足	頭足	節足	錐歯・筆石	脊椎	植物(大形)	藻類	生層序・地史	地域地質	堆積・構造	年代
6		Q-R						2									4
8		T-Q					3						2		2	1	
53		T	26	1			9		[1]		1	2	3		6	5	
1		K-T											[1]		1		
10		K	1				3		1			3	1	1			
6		J-K				1						4				1	
14	5	J		1			6	4			[1]			1	5	2	
1		TR-J										1					
18⅓		TR				⅓	10	2	1	2		1	1	1			
44 1/12	5	P	18½ 1	[1]¼	10	3⅓			1	1		7 1	2	2 2			
14 7/12		C	1	1 ¼	5	4⅓				2		1					
3		D-C				1			2								
5		D				3			2								
3	14	S							2	1 1 2				2			
5		O				1			4								
		C															
15		Misc.												6	1	8	
222		計	47½	3½	15	14	31	8	13	9	1	20	9	15	15	17	4

Misc. には広汎な地質時代にまたがるもの, Reference work を含む
〔 〕内は一つの論文の一部分に発表されたもの, したがって合計数には入っていない。

K. MATSUMARU and K. KURIHARA

194. Larger Foraminifera from the Philippines Ⅶ. Larger Foraminifera from the Lutak Hill Limestone, Pandan Valley, Central Cebu, by W. HASHIMOTO, K. MATSUMARU and K. KURIHARA

195. Larger Foraminifera from the Philippines Ⅷ. Larger Foraminifera from Central Samar, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU

196. Larger Foraminifera from the Philippines Ⅸ. Larger Foraminifera found from the Zigzag Limestone. South of Baguio, Benguet, Luzon, Philippines, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU

197. Supplementary Note on the Oligo-Miocene Benthonic Foraminiferal Zones in Taiwan, by N. AOKI and W. HASHIMOTO
198. Brackish Molluscan Fauna (Upper Eocene) from the Silantek Formation in West Sarawak, Malaysia, by S. KANNO
199. Notes on Indonesian Tertiary and Quaternary Gastropods Mainly described by the Late Professor, K. MARTIN II. Potamididae and Cerithiidae, by T. SHUTO
200. Late Caenozoic Freshwater Mollusca from Thailand, by K. OYAMA
201. Calcareous Algae from the Philippines, Malaysia and Indonesia, by W. ISHIJIMA

Volume 20, 1979年3月1日

202. Permo-Carboniferous Trilobites from Thailand and Malaysia, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA
203. Fusuline Fossils from Thailand, Part XII. Permian Fusulines from the Ratburi Limestone in the Khao Khao Area, Sara Buri, Central Thailaud, by R. TORIYAMA and K. KANMERA
204. Permian Fusulinaceans from the Sungei Sedili Area, Johore, Malaysia, by H. IGO, S. S. RAJAH and F. KOBAYASHI
205. Upper Carboniferous, Upper Permian and Triassic Brachiopods from Kelantan, Malaysia, by J. YANAGIDA and R. C. AW
206. Larger Foraminifera from the Philippines, Part X. Stratigraphic and Faunal Breaks between the Maybangain and Kinabuan Formations in the Tanay Region, Rizal, Philippines, by W. HASHIMOTO, N. KITAMURA, G. R. BALCE, K. MATSUMARU, K. KURIHARA and E. A. ALIATE
207. Some Neogene Arcids from the Philippines, by H. NODA
208. Remarks on the Unconformity between the Middle and the Upper Tsukeng Formation at Takeng, Nantou-hsien, Central Taiwan, by W. HASHIMOTO, S. KANNO, N. AOKI, and C. T. CHUNG
209. Remarks on the Geology of the Central Range of Taiwan, by W. HASHIMOTO, N. AOKI, C. T. CHUNG, T. FENG, S. KANNO, K. WATANABE, and Y. C. WU

Volume 21, 1980年2月1日 (* は abstract)

1. Lower Palaeozoic Conodonts in South Korea, by H. Y. LEE
2. Palaeontology and Age of the Panching Limestone, Pahang, West Malaysia, by I. METCALFE
3. Tentative Correlation of the Lower Paleozoic Stratigraphy of Western Part of Southern Shan State, Burma and Northwestern through Peninsular of Thailand, by S. PIYASIN

*4. Carboniferous Brachiopoda of the Thai-Malayan District and its Significance in Paleobiogeography, by J. YANAGIDA

5. Notes on the Mesozoic History of Thailand and Adjacent Territories, by T. KOBAYASHI
6. *Lepidolina multiseptata multiseptata* Deprat in Thailand, by K. PITAKPAIVAN and R. INGAVAT
7. Fusuline Zonation and Faunal Characteristics of the Ratburi Limestone in Thai-

land and its Equivalents in Malaysia, by R. INGAVAT, R. TORIYAMA and K. PITAKPAIVAN

8. Two new Permian Ammonoid Faunas from Malaysia, by C. LEE

*9. A Reference section of Phra That Formation, Lampang Group. Marine Triassic Sediments in Northern Thailand, by S. PIYASIN

10. The *Otoceras woodwardi* Zone and the Time-gap at the Permian-Triassic Boundary in East Asia, by K. NAKAZAWA. Y. BANDO, and T. MATSUDA

*11. Palaeogeography of Peninsular India during the Cretaceous based on Invertebrate and Vertebrate Fauna, by K. K. VERMA

12. K-Ar Dating of some Philippines Rocks, by O. A. CRISPIN and H. FUCHIMOTO

13. Foraminifera of Belemnite Formation (Early Cretaceous) of Pakistan, by A. A. KURESHY

*14. Preliminary Study on Stratigraphy and Paleontology of the Sangiran Area, Site of Fossil Man in Central Java, Indonesia, by D. KADAR

15. Foraminiferal Biostratigraphy of Well Lagao #1, Sultan Sa Barongis, North Cotabato, Philippines, by P. P. DAVID

16. Consideration on the Stratigraphy of the Caraballo Range, Northern Luzon : Larger Foraminiferal Ranges on the Cenozoic of the Philippines, by W. HASHIMOTO, K. MATSUMARU and H. FUCHIMOTO

17. Stratigraphic Horizons and Geologic Ages of the Philippine *Vicarya* (Gastropoda), by S. KANNO, W. HASHIMOTO, N. AOKI, H. NODA, and P. M. ALCANTARA

18. Stratigraphy and Evolution of the Cagayan Valley Basin, Luzon, Philippines, by N. L. CAAGUSAN

19. Remarks on the Tertiary Geology of the Central Range of Taiwan, by C. T. CHUNG, W. HASHIMOTO, S. KANNO, N. AOKI, C. S. LEE, and W. N. WANG

*20. Geology of Iriomote Island, Ryukyu, in relation to the Lower Miocene Formations of Northern Taiwan, by S. KANNO, H. NODA, N. AOKI, and F. MASUDA

*21. Correlation of the Neogene Deposits of Southern Korean Peninsula, by S. YOON

22. Oligocene to Pleistocene Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of the Hsüehshan Range and Western Foothills in Taiwan, by T. C. HUANG

23. Cenozoic Larger Foraminiferal Assemblages of Japan, Part I. A comparison with Southeast Asia, by K. MATSUMARU

*24. Tertiary Correlation by Molluscs between South Asia and Southwest Japan, by T. SHUTO

25. Early Neogene Volcanism in Southeast Asia : Evidence of Ash Beds from Andaman-Nicobar, by M. S. SRINIVASAN

26. Larger Foraminiferal Biostratigraphy of the Kirthar Formation of Pakistan, by A. A. KURESHY

*27. Geology and Palaentology of the Argao-Dalaguete Region, Southern Cebu Island, Central Philippines by P. M. ALCANTARA

*28. Remarks on the so-called Miocene Vigo Group Fauna, Southern Luzon, Philippines, by N. AOKI, and E. A. ESPIRITU

*29. Some Molluscan Fossils from Mt. Yushan, Central Taiwan, by N. AOKI

*30. Plate Tectonics in and around Taiwan, by Y. WANG

31. Lithostratigraphy and Megascopic Structures of the Tananao Schist along the Northeastern Coast of Taiwan, by T. P. YEN

32. Geology of the Baguio District and its Implication on the Tectonic Development of the Luzon Central Cordillera, by G. R. BALCE, R. Y. ENCINA, A. MOMONGAN, and E. LARA

*33. Ophiolites in Eastern Indonesia, by R. WIRYOSUJONO, and S. TJOKROSAPOETRO,

34. Tectonic Significance of Melange on the Talaud Islands, Northeastern Indonesia, by R. SUKAMOTO

35. On the Fundamental Structural Units of the Philippine Basement and the Extension to the Neighbouring Countries, by W. HASHIMOTO

36. Summary of the Geology of the Central Belt, Peninsular Malaysia, by S. S. RAJAH, and E. H. YIN

37. Correlation of the Structural Belts in East and Southeast Asia, by W. HASHIMOTO and T. SATO

Volume 22, 1981年2月1日

210. Coral and Fusuline Faunas from the Kabin Buri Area, Central Thailand, by T. SUGIYAMA and R. TORIYAMA

211. Fusuline Fossils from Thailand, Part XIV. The Fusulinid Genus *Monodiexodina* from Northwest Thailand, by R. INGAVAT and R. C. DOUGLASS

212. Some Younger Mesozoic Plants from Phuket, Southern Thailand, by K. ASAMA, N. NAKORNSRI and S. SINSAKUL

213. Larger Foraminifera from Sabah, East Malaysia, Part I. Larger Foraminifera from the Semporna Peninsula, the Gomanton Area and the Kudah Peninsula, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU

214. Larger Foraminifera from the Philippines, Part XI. On the Coal Habour Limestone, Cagraray Islands, Batan Island Group, Albay Province, the Philippines, by W. HASHIMOTO, K. MATSUMARU and M. SUGAYA

215. Larger Foraminifera from the Philippines, Part XII. Eocene Limestone from Southeast Luzon, by W. HASHIMOTO and K. MATSUMARU

216. Geological Significance of the Discovery of *Nummulites fichteli* (MICHELOTTI) from the Sagada Plateau, Bontoc, Mountain Province, Nouthern Luzon, the Philippines, by W. HASHIMOTO, and K. MATSUMARU

217. Geologic Development of the Philippines, by W. HASHIMOTO

218. Supplementaly Notes to the Geologic Development of the Philippines, by W. HASHIMOTO

B. GPSEA 以外の刊行物に公表された本プロジェクトに関係ある APRSA 会員による研究成果

1. Permian Plants from Phetchabun, Thailand and Problems of Floral Migration from Gondwanaland, by K. ASAMA; *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo*, vol. 9, p. 131-211, pls. 1-6. 1966

2. 東南アジアの地史・古生物の研究, 小林貞一：地学雑誌, vol. 76, 4, p. 179-190, 1967

3. Miogypsinid Population from the Tungliang Well TL-1 of the Penghu Island, China, by K. MATSUMARU; *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 72, p. 340-344, pl. 36, 1968

4. Parallelism in Paleozoic Plants between Gondwanaland and Cathaysia Land, by K. ASAMA, in *Gondwana Stratigraphy, IUGS Symposium, Buenos Aires*, 1-15, October, 1967, 1970

5. Faunal Analysis of the Upper Miaoli Group in the Tunghsiao Area, Miaoli Province, Formosa, China. Part 1: Statistic Analysis, by T. KOTAKA; *Sci. Rept. Tohoku Univ.*, 2 nd Ser., Spec. vol., no. 6, p. 81-96. 1973

6. The Early Stage of the Burmese-Malayan Geosyncline, by T. KOBAYASHI; *Abstract of Papers, Region. Conf. Geol. Min. Resources SE Asia.* Annex to Newsletter no. 34, Geol. Soc. Malaysia. *Proc. Region. Conf. Geol. Min. Res. SE Asia. Geol. Soc. Malaysia Bull.* no. 6, p. 119-129, 1973

7. 古生代植物区の成立について，浅間一男：地学雑誌，vol. 84, 2 (806号), p. 55-70, 1975

8. Pratya Samutopatam toward Thailand Palaeontology: Four Ages of her Geological History, by T. KOBAYASHI; *Jour. Geol. Soc. Thailand*, vol. 2, nos. 1-2, p. 67-74, 1976

9. Silurian and Devonian Trilobites of East and Southeast Asia, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA; *25 th Intern'l Geol. Cong. Canberra*, 1976. Abst. vol. 1, Sec. IA, p. 310, 1976.

10. Remarks on the Foraminiferal Zones in the Kuohsing Area, by N. AOKI, W. HASHIMOTO and Chen-Tung CHUNG: *Ann. Rept., Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, no. 2, p. 7-12. 1976.

11. Occurrences of the Machaeridia in Japan and Malaysia, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA: *Proc. Japan. Acad.* vol. 52, no. 7, p. 371-374, 1976

12. Jurassic Stratigraphy in the Sula Islands, Indonesia, by T. SATO, S. K. SKWARKO and G. E. G. WESTERMANN. *Ann. Rept, Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, no. 3, p. 47-48, 1977.

13. Devonian Trilobites of Japan in comparison with Asian, Pacific and other Faunas, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA: *Spec. Paper. no. 20, Palaeont. Soc. Japan*, 202 p., 13 pls., 1977.

14. A new Correlation Scheme for the Philippine Cenozoic Formations, by W. HASHIMOTO and G. R. BALCE: *Proc. 1 st. Intern'l Cong. Pacific Neogene Stratigraphy*, p. 119-132, 1977.

15. Correlation of Neogene Formations of Southeast and South Asia, by T. SHUTO; *Ibid.*, p. 133-144, 1977.

16. Late Cenozoic Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy in the Subtropical Region of the Western North Pacific, by H. UJIIE; *Ibid.*, p. 183-204, 1977.

17. 中生代前期における古生代末植物区の解体とその意義，浅間一男：藤岡一男教授退官記念論文集，p. 301-314, 1977.

18. Topographic Analysis of the Landsat-1 Satellite Imagery of Taiwan. On its linearment pattern of the Mt. Yüshan Area, by W. HASHIMOTO, I. KAWASAKI, Chi-

Hsien CHEN. and N. AOKI; *Min. Tech.*, vol. XV, no. 7, p. 204-280, 1977.

19. Neogene Anadaran Distribution in Japan and Southeast Asia, by H. NODA; *Ann. Rept. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, no. 4, p. 33-37, 1978.
20. Overseas Palaeontological Research Projects in Southeast Asia, by T. HAMADA, W. HASHIMOTO and N. AOKI; *Recent Progress of Natural Sciences in Japan*, vol. 3, B-IV, p. 109-136, 1978.
21. Jurassic Biostratigraphy of the Sula Islands, Indonesia, by T. SATO, G. E. G. WESTERMANN, S. K. SKWARKO. and F. HASHIBUAN; *Bull. Geol. Surv. Indonesia*, vol. 4, no. 1, p. 1-28, 1978.
22. Brief Report on the Jurassic Biostratigraphy of the Sula Islands, Indonesia, by G. E. G. WESTERMANN, T. SATO and S. K. SKWARKO; *Newsl. Stratig.*, vol. 7, no. 2, p. 96-101, 1978.
23. Three Suites of Carboniferous Trilobites in Southeast Asia, by T. KOBAYASHI and T. HAMADA; *Proc. Japan Acad.*, vol. 54, B, no. 3, p. 92-95, 1978.
24. The Triassic Akiyoshi Orogeny in Japan and Southeast Asia, by T. KOBAYASHI; *Ibid.*, no., 9, p. 51-515, 1978.
25. 東南アジアの地史解明, 小林貞一：採集と飼育, 創刊40周年記念号, p. 199, 1978.
26. The Jurassic Palaeogeography of Japan and Southeast Asia, by T. KOBAYASHI; *Ibid.*, vol. 54, B, no. 10, p. 583-588, 1978.
27. The Paleogeographic Characteristics of Fusuline Faunas of the Ratburi Group in Thailand and its Equivalents in Malaysia, by R. TORIYAMA, K. PITAKPAIVAN and R. INGAVAT; Proc. 3 rd Region. Conf., Geol. Min. Resources Southeast Asia, Bangkok, 1978, p. 107-111, 1978.
28. Preliminary Paleomagnetic Results from Thailand Sedimentary Rocks, by S. BUNOPAS, K. PITAKPAIVAN, J. SUKROO, and P. VELLA; *Ibid.*, p. 25-32, 1978.
29. The First Thai Dinosaur (Abstract), by R. INGAVAT, P. TAQUET and P. JANIVIER; *Ibid.*, p. 849-850, 1978.
30. Distribution of Volcanic Activity in Northern Thailand (Abstract), by S. PIYASIN,; *Ibid.*, p. 853, 1978.
31. The *Trigonioides* Basins and the Cretaceous Palaeogeography of East and Southeast Asia, by T. KOBAYASHI; *Proc. Japan Acad.*, vol. 55, B. no. 1, p. 1-5, 1979.
32. On the Geological Age of the Tanjong Malim Limestone in Peninsular Malaysia, by T. KOBAYASHI, G. A. SAI, and K. N. MURTHY; *Ibid.*, vol. 55, B, no. 6, p. 259-263, 1979.
33. Triassic Conodonts from Sumatra by I. METCALFE, T. KOIKE, M. B. RAFEK, and N. S. HAILE; *Palaeontology*, vol. 22, no. 3, p. 737-746, 1979.
34. 1978年秋の東南アジア地質に関する2国際会議, 小林貞一：地学雑誌, 第88巻, 第4号(832号), p. 66-69, 1979.
35. A Note on the Eocene Turrids of Nangulan Formation, Java, by T. SHUTO; *Prof.* S. KANNO, Mem. Vol. p. 25-51, 3 pls., 1980.
36. Tertiary Larger Foraminifera from the Argao-Dalagueti Region, Southern Cebu Island, Philippines, by P. M. ALCANTARA; *Ibid.*, p. 221-232, 1980.

37. The Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Cagayan Valley Region, Luzon, Philippines, by T. TONO; *Ibid.*, p. 511-534, 1980.

謝　辞

本プロジェクトは層位・古生物の根本理念，"Go and See" から始まったが，18年余りの現在まで，研究者の努力と熱意，それに各国の協力機関の温かい協力をえて，多くの重要な成果を公表することができた。本研究会は現地調査に便宜を供与された協力機関のスタッフ各位に心からの謝意を捧げる。

本プロジェクトは主に文部省科学研究費，海外学術調査費の援助をえて遂行されたが，その他，アジア財団，JICA（旧 OTCA)，トヨタ財団，若渓会，その他多くの団体・会社の援助によって行われた。ここに重ねて厚くお礼申しあげる。また GPSEA の既刊22巻の刊行も若干を除き，文部省成果刊行費の援助によるもので深く謝意を表する。

(1980年12月1日受理)

関東の地質誌改訂版と日本地方地質の沿革

小 林 貞 一

Geology of the Kwanto Region, Revised Edition and the History of the Regional Geology of Japan

Teiichi KOBAYASHI

藤本教授の名著「関東の地質」が絶版になってから20数年になるが，その間における関東地方の地質の進歩は目ざましく，特に戦後その研究は飛躍的の進歩を遂げたのである。旧著「関東の地質」の改版を待望するのはひとり私ばかりでなく，学生や郷土地質研究家の熱望するところであった。以上は高井冬二の前著「日本地方地質誌関東地方」紹介の書き出しであった。そして今その改訂版を見て私はこの感を新たにしている。本書には渡辺景隆の改訂版序と4編著者の緒言があり，藤本の前著の序言があり，西村健二の関東地方の鳥瞰図が衛星写真に変っていて，昭和26年以来四半世紀の躍進の一面を表現している。

旧著や前著が藤本の著作であったのに対して改訂版は猪郷・菅野・新藤・渡部の4編者に6名が加わって分担執筆し，14氏が未発表の資料を提供している。このシリーズとしては本書は最も大がかりの改訂版である。しかし目次を見ると関東地方を新旧の地層・岩石から両地域に切半し，合計8章からなり，前著の大綱を踏襲している。そしてそのVI・VIIに箱根火山から小笠原・硫黄島までが追加され，一都六県の全部をカバーして，伊豆半島に及んでいる。本書は493頁，151挿図からなり，前著の1倍半余に拡大しているが，その内容は最近の顕著な研究成果に依ってそれを遙かに上廻って充実している。巻末46頁の文献集には新しい引用論文や記述の基礎となった若干の古い文献が挙っている。

古い文献に就いては藤本は日本地質文献目録を作成して研究調査に大きな寄与をした。これはまず昭和17年に出版され，昭和31年に増補された。両回とも地人書館から出版されているが，その編集作業は少数の地質屋の協力のみでなく家族ぐるみでこれを達成して世に贈られた一事を附記しておく注1)。

さて本書の第一章関東山地は三波川系・秩父系などの古典的層序発祥の地注2)であるが，藤本は大正末期から活発にこれを研究し，押被せ構造や放散虫の研究・長瀞系の新称(1937—39)などの重要な論文を発表した。そして次第に山地周縁の第三系の共同研究へも拡張し，晩年に至ってもこの地域の踏査を続けて本章の基盤を築き上げた。本著ではここにその5分の1を費して最近の進歩を詳述している。関東山地に限らず，足利・八溝の両山地でも，否，広く日本の中古生界層序論は最近十数年来コノドントを鍵とする再検討に依って文字通り面目を一新した。例えば現在では上吉田層はそっくり三畳系に入れられている。それのみならず武甲山石灰岩基底部とその直下から St. Cassian フォーナが発見されて秩父系は将に中古生層であることが決定的となった。しかし乍ら精査地域に於いてさえもそのうちに中古生両界間の境界線を引く事は容易でない。言わんや二畳・石炭両系間や三畳・侏羅両系間の境界を秩父中古層中に明示することは極めて困難で，且つまた縮尺次第ではこれら諸系を地質図上で色分けをすることは出来ない。大陸の平安系・朝鮮系と同様に日本の地質に対しては系を越えた秩父中古層が必要な層名であり，それには地史的必然性があるからである。

関東構造線以北の足利・八溝らの山地の中古層群もまた面目を新たにした。大塚は喜連川図幅説

明書(1889, 18丁)中で八溝山脈中に小仏古生層の存在を認めているが，これも二畳・三畳系を主とし侏羅系に及ぶ中古層であることが判ってきた[注3]。これに反して関東山地南縁の小仏層に就いては江原真伍がかつて安芸川層群に対比して，侏羅系上部乃至白亜系であろうことを示唆していたが，浦河統上部から知られているイノセラムスの最近の発見でその後期中生代であることが愈々確実になって来た。

編者らも言う通り関東地方は東北日本とフォッサマグナとの接点として日本の地質構造論上の重要問題をかかえているのであるが，益子のジュラ紀菊石，戸倉沢の手取植物，奥利根のモノチスオコチカは岩室累層や三郡様変成岩と共に関東北部と西南日本内帯との構造対比をほぼ明らかにしている。それに加えて八溝山列の所謂小仏古生層と関東山地南縁のそれとの時代的相異が明白になり，地向斜相の内帯から外帯への移動を物語っていることにもなる。

阿武隈山体の非変成中古生層・高圧型変成岩類・高温低圧型変成岩類，そして西堂平片麻岩帯と棚倉破砕帯などに就いても本書には多くの新知見が摘記されている。那珂湊の白亜系は前著後の新発見である。銚子附近の地質も余程よく判って来た。

後半の「新しい地層と岩石からなる地域」の記述は丹沢山地と大磯丘陵，三浦房総両半島・北関東の火山群の順に記され関東平原では平原の地下水に及び，次いで関東構造盆地を説いている。それに続いて伊豆半島と箱根火山，伊豆七島から小笠原諸島について記載している。そして結論として第8章には，関東地方の地史中の中古生代と新生代とを猪郷と渡部とが分担して総括し，特に災害問題の一節を設けて地盤沈下・水害・崩壊と地辷り・震害の4項について新藤が執筆している。中古生層の研究も大いに進歩したが，新生界では関東盆地の地下構造とそしてその基盤に就いての新知識が加わり，古い山地の地質と相俟って日本の褶曲山脈が南北の2翼に分裂するその過程とその後の変遷について分明したところが少なくない。本書の一愛読者として私は改訂版の著述のために払われた多大の労作に対して感謝する。

日本地方地質誌は戦争直後の苦難の時代に企図されて朝倉書店から出版された。その経過は大凡第1表の如くで，その進行については工藤健二氏ら同書店の方々の不断の協力に負うところが少なくない。

日本地方地質誌の企画は全9巻で8地方篇と総論からなり，拙著佐川サイクルの邦訳を総論に当て，地方篇はかなり順調にその7巻が出版され，昭和37年にはそれまでに出版されたものを増補し，昭和46年から改訂版3巻が出て，東北・中国・四国の3巻の改訂版は目下準備中とのことである。後に述べるように，日本の地方地質誌は北海道から発祥して来たのであるが，今日の日本地方地質誌9巻中では北海道のみが未刊のままになっているのはまことに残念である。

今日の改訂版から見ると四半世紀前の関東地質をその初版が表現している。そして約半世紀前のそれが「関東の地質」に描かれているのである。昭和3年に中興館から出版された藤本治義著の「関東の地質」を見ると地質学・地質時代などの解説から始まっていて，当時の斯学の普及程度が覗われる。それに続いて関東の地質を概観し，丹沢・関東・足尾・阿武隈（八溝を含む）らの諸山地，銚子地方・房総・三浦両半島・関東平原等の諸章が続き，関東の地史が総括され，関東大震災を結尾としていて，142頁に色刷の地質図を附し定価1円30銭であったが，「関東の地質」がその新旧の土地に分けて詳しく記載されていて貴重な地質文献として高く評価された。その前年に地質調査所では創立50周年記念に日本地質鉱産誌を出版し，その地質篇に日本の地層と岩類や火山と地震に対する当時の地質学的知識が総括されていた。これが日本全体を一括した総論であるとすれば，関東の地質は関東地方を地質学的個体に分けて記述解説しているところにその特色があり，地方地質誌の重要性があったのである。その構成は藤本の関東の地方地質誌初版に，そして今日の改訂版に於いて若干改訂補足し乍らも継承されている。日本地方地質の他の地方篇に於いても地区内の地質学的個体の記載から結論的綜合に導かんとするところにその特性がある。その意味で藤本の「関東の地質」は将に日本地方地質誌の先駆者で

第1表

地域	著者	初版・年月	増補版年
中国	小林貞一	昭和25年 5月	昭和37年
四国	小林貞一	25年11月	37年
中部	槇山次郎	25年12月	37年
総論	小林貞一	26年12月	37年
関東	藤本治義	26年11月	37年
近畿	松下進	28年6月	37年
東北	半沢正四郎	29年 7月	37年
九州	松本達郎 野田光雄 宮下三千年	37年 8月	
改訂版			
近畿	松下進	昭和46年 1月	
中部	槇山次郎 森下晶 糸魚川淳二	50年 1月	
関東	猪郷久義 菅野三郎 新藤静夫 渡部景隆 (編著者)	55年11月	藤本治義 岡村三郎 木村達明 佐原正 見上敬三 大木靖衛 野田浩司 (分担執筆者)

あり，或いは前身であったと言えよう。

地質調査所は20万分1地質図幅並説明書を西山正吾調査の伊豆を明治18，19年度に出版し，本州四国九州を5区分した40万分1地質図の予察東北部を明治19年度に刊行した。そして前者は大正9年，後者は大正4年に完成したのであるが，後者には説明書は附していなかった。しかし乍ら日本の地方毎の地質が山崎直方・佐藤伝蔵共編の大日本地誌のうちに総括記載されていたのであった。博文館から出版されたこの大著は10巻からなり，1．関東（明治36年出版），2．奥羽，3．中部，4．近畿，5．北陸，6．中国，7．四国，8．九州（明治44年），9．千島を含む北海道（南）樺太，10. 琉球，台湾（大正4年）からなっていた。各巻の内容は地文・人文・地方誌（県別）の3編に大別され，第1編には地形（国別），海洋（海岸線・海流等），地質・気象の4章からなり，地質の章は(1) 汎論，(2) 始原大統から第四系までの層序，(3) 深成岩火山岩，(4) 温泉の順に記述され，12凡例ほどに識別した色刷りの地質図が挟まれていた。大正後期に高校生（旧制）であった私には本書は山歩きや旅行のための大事な参考書であった。

大日本地誌よりも更に古く遡ると神保小虎の明治23年の北海道地質略論や2年後に英文で出たGeneral Geological Sketch of Hokkaido etc. 1892がある。これは4年間の道内予察調査の報告書で北海道庁から出版された。この報文には阿曾沼次郎の北海道山系之図，北海道地勢及鉱産図，神保と石川貞治・横山壮次郎・浅井郁太郎の合作になる北海道地質図等が附され，色丹島・国後島・択捉島までが彩色された150万分1の地質図に含まれていて，更に450万分1の千島の白図がその右下に添えてある。スケッチ本文の79頁は序

理學士神保小虎著
北海道地質報文之内
北海道岩石總論

GENERAL GEOLOGICAL SKETCH

OF

HOKKAIDŌ,

WITH

SPECIAL REFERENCE TO THE PETROGRAPHY.

(Being a part of K. JIMBŌ'S report of his four years' preliminary work in Hokkaidō, with two assistants T. ISHIKAWA and S. YOKOYAMA and the additional observations of I. ARAI.)

BY

K. JIMBŌ.

GEOLOGIST TO THE HOKKAIDŌCHŌ.

PUBLISHED BY THE HOKKAIDŌCHŌ.

SAPPORO, HOKKAIDŌ, JAPAN.

1892.

第 1 図

Diagram I. *a*.—Normal sericite schist. *b*.—Green spotted schist. *c*.—Piedmontite schist. *d*.—Black spotted schist. *e*.—Epidote-sericite gneiss. *f*.—Gabbro and gabbro-diorite. *g*.—Pyroxenite, amphibolite and serpentine. *h*.—Red and white, platy quartzite. *i*.—Adinole slate. *j*.—Lower schalstein. *k*.—Limestone (lens-shaped bed). *l*.—Coralline limestone. *m*.—Slate. *n*.—Graywacke-sandstone. *o*.—Common hornstone. *p*.—Upper schalstein. *p'*.—Diabase sheets. *l'*.—Fusulina limestone. *q*.—Sandstone. *r*.—Shale. *s*.—Tufaceous sandstone.

第 2 図

説に続いて三波川統の散点，御荷鉾統と上部秩父系からなる古生層群とそれに接触変質を与えている花崗岩，空知川下流の鳥巣式石灰岩，豊富な化石を含む白亜系，先第三紀火成岩類，第三系，第四系，火山岩類および地質構造概略等の記述がある（第1図）。

それらに先き立ってライマンの A General Report of the Geology of Yesso, 1877 があり，翌明治11年には来曼著 北海道地質総論と題し，邦文で開拓使から出版された。これは明治9年の日本蝦夷地質要略之図の説明書に当るものである。ライマンの復命書や神保の報告書やまた山崎・佐藤の地誌は今日の日本地方地質誌とは出版の趣旨もその内容の取扱い方にも大いに異なるところがある。しかし地方地質の記述はこのような曲折を経て来たのである。もしこれらの古典も考えに入れるならば日本の地方地質誌の発端は約1世紀前にあったと言えるであろう。

1890年に至って Die japanischen Inseln, eine topographisch-geologische Uebersicht. 126 pp. 5 pls. の59頁に原田豊吉の Das Chichibu-System の記載が始まり，ここにも大塚の手記が参照されているほか，松島鉦四郎（越前，1888）神保小虎（北上山地，1888，北海道，1889）らの手記や小藤の上記論文等も引用して全国的な層序単元として秩父系が命名された。鈴木敏は20万分1東京地質図及説明書（1888，25丁）に小仏層を命名しているので，原田はこれを秩父系上段に置き輝岩すなわち御荷鉾統を下段とした。

注)

1）完全な文献集を作成することは難事であるが，特に関東地方は学芸志林や理科会粋などの古典があり，難事中の難事である。ここには参考までに，1882年までの４論文を摘記しておく。

1877. E. NAUMANN : Die vulkaninsel Ooshima und ihre Eruption. Zeitschr. deutsch. geol. Gesell. Bd. 27. 和田維四郎訳，大島火山記，学芸志林１巻

1881. E. NAUMANN : Ueber japanische Elephanten der Vorzeit. Palaeontogr. Bd. 28, Lief. 1, 1-40 S. 1-7 Tafeln.

1881. D. BRAUN, : Geology of the environs of Tokyo. Mem. Sci. Dept. Tokio Daigaku 4. 東京近傍地質編　理科会粋　第４秩

1882. 巨智部忠承：概測常北地質編　理科会粋　第４秩

2）秩父系は大塚専一が1877年に命名したものと誤解されている向きがあるので，この機会にこれを訂正しておく。私は念のために大塚の卒業論文 A Report of the Geology of a part in the Kanra and Chichibu Mountain-districts, 1887, (Manuscript) にも当って見た。これは108頁４図版・５万分１地質図からなり，群馬県甘楽地方・埼玉県秩父地方の所謂結晶片岩類・古生層・石炭紀亜層群・中生層群・秩父第三系盆地等の記載やジュラ白亜両紀動植物化石の記載図示はあるがまだ秩父系と言う名称は出て来ない。

小藤文次郎はその翌年 On the so-called Crystalline Schists of Chichibu. (The Sambagawa Series). Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Japan, v. 2, pt. 2, p. 77-141, pls. 2-5. 中に大塚の成果を参照している。そして三波川系および御荷鉾系を命名した。この論文78頁から転載する柱状図は関東山地最古のものであろう（第２図）。

3）因みに「中古層」は巨智部忠承が明治27・28年（1894-95）の赤穂・生野両図幅中に設けた層名である。

(1980年12月22日受理)

地学雑誌 90, 4 (1981)

日本地学史資料調査委員会—10年の歩み—

小林貞一　今井　功　石山　洋

Committee on History of Japanese Earth Science, Tokyo Geographical Society: 1972-1982

Teiichi KOBAYASHI Isao IMAI and Hiroshi ISHIYAMA

本委員会は，日本の地学の発展をたどるに必要な資料の発掘とそれらの散逸を防ぐことを目的として，1972年5月に設立され，同年7月1日に第1回委員会が開かれた。委員長は小林貞一，委員は木村敏雄・今井　功(地質)，湊　秀雄(鉱物)，岡山俊雄・石山　洋(地理)，諏訪　彰(気象・地震・火山)，川上喜代四(海洋）の7名で，今井と石山が幹事となった。その後1976年には渡辺武男(地質・鉱山)，1977年には後閑文之助・土井正民(ともに地質・鉱山）の各氏が委員に加わっている。委員会は1980年10月までに通算27回開かれ，この間，検討を重ねて，種々の作業を行なってきた。その結果はそのつど地学雑誌を通じて発表している。1982年5月で本委員会は満10年を迎えようとしている。そこで，この機会に，委員会のこれまでの経過をまとめて報告しておく。

第1回委員会で提起された課題としては，各地学関係機関史の調査，地学者の伝記資料（随筆や記念論文集を含む）の調査，地学関係出版物の調査，雑誌・紀要等の総目次のリスト作成，学協会史・学協会の記念出版物等のリスト作成，地学史関係文献目録の作成，国際会議講演論文・出席報告などの調査，明治前の重要な古典のリスト作成，アンケートによる関係資料の情報収集，などがある。

委員会の発足当初は，全国の大学や地学関係機関にどのような資料があるかを調べる必要上から，まずアンケートを作成し，1972年の秋にこれを各方面に配布した。その趣旨と内容は地学雑誌(Vol. 82, No. 2, p. 59-60) に紹介してある。アンケートの回収は，発送789通中271通で，34.3%にすぎず，予期したほどの結果は得られなかったが，それでもなお，貴重な資料の存在を知ることができた。ついで，地学者の伝記を調べるために，個人の伝記・追悼文・肖像・著作論文などが掲載されている単行本・雑誌名などを記入するカードを作り，その記入作業に着手した。この仕事は長期的に行なわれるもので，現在も各委員が協力して作業を進めている。

一方，短期的目標として，1975年からアンケートも参考にした地学史関係文献集の作成にあたった。これには3種類あり，その1つは日本の地学史に関する文献集（1883—1975)で，取扱った分野は地質・鉱物・古生物・地理・測地・地図・地震・火山・地球物理・気象・陸水・地球化学・海洋・鉱業・鉱山・海外関係・地学教育・地学全般・科学史一般・大学関係・博物館などに及び，776編を収録した。今ひとつは明治45年以前（1574—1912）に出版された日本の地学に関する欧文の文献集で，766編が収録されている。このうち，明治前のものだけでも86編ある。さらに，この欧文文献集の姉妹編として，和漢文で記された明治前(712—1866）の地学文献集も作成された。これは後閑の草稿を今井が補筆したもので，本草書をはじめ567編が収録されている。以上はいずれも下記の表題で地学雑誌に発表された。

日本地学史文献集，付海外関係文献，地学雑誌，Vol. 85, No. 6, p. 44-69, 1976.

日本地学欧文文献集（明治45年／大正元年まで)，地学雑誌，Vol. 87, No. 5, p. 40-69, 1978.

明治前日本地学文献集，地学雑誌，Vol. 88,

No. 5, p. 58–72, 1979.

また，生きた地学史として，学界の長老たちから昔の話を聞いてこれを記録にとどめる作業を進め，第1回は，1977年11月，坪井誠太郎会長にお願いして座談会を開き，その記録を下記の表題で発表した。

本邦における大正期以降の地質学，鉱物学の発達—坪井誠太郎先生を囲む座談会—，地学雑誌，Vol. 88, No. 3, p. 40–50, 1979.

第2回は1979年10月に渡辺萬次郎先生を囲む座談会を実施し，目下その記録をとりまとめ中である。この両座談会の世話人として，湊がこれに当った。なお，1977年までの本委員会の動向は，石山により科学史研究（II，Vol. 16, No. 123, p. 190, 1977）に詳しく紹介されている。

本委員会は，当初の課題にそって，その他雑誌類の総目次の目録づくりや地学関係論文の欧文学術雑誌所在リストの作成などを進めている。また，これまでに作成した地学史関係文献集の補遺も必要となった。目下作業中の個人伝記カードの作成をはじめ，継続中の諸作業もそろそろ集約の時期に達したように思われる。今後しばらくはこれらの整理に当ることになろう。

おわりにのぞみ，本委員会に多くのご教示を寄せられた関係各位に深く感謝するとともに，この機会に，1979年4月20日に永眠された後閑文之助氏の日本地学史上の研究をたたえ，冥福を祈る。

(1981年2月21日受理)

書評と紹介

中国自然科学史研究所主編：中国古代科技成就
中国青年出版社，北京，1978年

本書は目次7頁，本文707頁の大著である。序文5頁及び後記2頁を除くと700頁は色々の部門の論文71篇に割り当てられている。その内訳は天文5篇60頁，数学7篇75頁，物理学4篇54頁，化学と化学工業5篇51頁，地学8篇80頁，生物学3篇26頁，農学6篇74頁，医，薬学7篇54頁，印刷術1篇10頁，冶金鋳造3篇32頁，機械4篇26頁，建築7篇62頁，造船と航海2篇22頁，紡績4篇38頁，兄弟民族の科学と技術の成就5篇36頁である。

これらの論文の中で，45篇は中国自然科学史研究所の所員の手になるものであるが，その他の26篇は種々の大学や研究機関14箇所の人員からの寄稿である。各論文は挿図を含めて10頁以下の短文が多いとはいえ，色々の科学史上重要な事実が大体要領よくまとめられている。ただ簡略字体が多いので日本の一般読者には困難もあろうかと思われる。

地学関係の論文8篇の著者と題目は次の通りである。

王鵬飛：中国古代の天気現象に対する観測と理論
曹婉如：中国古代の物候暦と物候の知識
鄭錫煌：中国古代の旅行視察
宋正海：中国古代の水利工事と水文知識
曹婉如：馬王堆出土の地図と裴秀の製図六体（製図原則六ヶ條）
楊文衡：中国古代の砿物学と採砿技術
陳瑞平：中国古代の海陸変遷に関する認識
唐錫仁：中国古代の地震観測，報知と防震，抗震

ちなみに，上記の著者は王鵬飛が南京気象学院に所属する外は，皆自然科学史研究所の者である。（張　麗　旭）

土　隆一編：日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料「続篇」 Fundamental Data on Japanese Neogene; Bio- and Chronostratigraphy.-Supplement-Tsuchi, R. (edit.)
A4版，V+124（+2）p. 1981年3月，非売品。

日本の陸上に露出する新第三紀層の対比には，長い研究史があるが，最近10年余りの間の，浮游性微化石による生層序・古地磁気による堆積岩及び火山岩磁気層序・火山岩を主とする放射年代測定のめざましい発展は，ほぼ100万年（1 Ma）の精度まで分解能を高めるまでになった。その結果，従来見落されていたハイアタスの発見・時間間隙の量化・堆積速度の算定を通じ，たとえば中新世前／中期（15～16 Ma B. P.）の広域古環境復元（土ほか，1981）をはじめとする第三紀古気候・海面変動あるいは日本列島の島弧運動史に新しい視点を与えつつある。

この間の経緯は，池辺ほか（1973）による論文集から，IKEBE and Working Group on Neogene Biostratigraphy and Radiometric Dating of Japan (1976) による第1回 CPNS（太平洋地域新第三系層序国際会議）の論文をはじめとする諸報告集，池辺ほか（藤田，1978）による「日本の新生代地質」を経て，土（1979）の「日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基礎資料」へたどれば一目瞭然である。

ここに紹介する出版物は，表題からわかるように，この最後にあげた資料集の続篇のかたちで，IGCP プロジェクト No. 114 Biostratigraphic datum planes of Pacific Neogene の国内ワーキンググループのメンバーによる文部省科研費総研（B）「日本の新第三系の生層序・年代層序の総括」の成果をまとめたものである。

その主体は，前回同様，まず連続した生層序の得られた19の堆積盆のほか，連続層序こそ得られないが，示準種の検出された15の堆積盆（沖縄県宮古島沖の海底柱状資料を加えれば16）からの新しい資料が，岩相層序柱状図，柱状図作成ルートを示す五万分の一地形図，示準種の産出層準又は地点とレインジ・チャート，コメント，文献の順に明示されている（1～86頁）。そして，前回に

は欠落していた，代表的地域の古地磁気層序とその総括（中川久夫）が，今回は収録された（87～100頁）。次の放射年代測定では，1979～80年に公表された70の K-Ar 年代値が紹介されるとともに，既に前回指摘されていた年代値算出のもとになる壊変定数の改正（$0.584\times10^{-10}\cdot yr^{-1}$ から $0.581\times10^{-10}\cdot yr^{-1}$ へ）に伴う補正（日本の新第三紀の場合として，旧年齢値の1.025倍）が，柴田 賢により提案されている(101～104頁)。なお，紹介者の知る限り，アメリカでは，壊変定数に $0.585\times10^{-10}\cdot yr^{-1}$ が用いられていたようで，この場合は，5 Ma までは1.0268倍，5～15 Ma 間は1.0266倍，15～25 Ma 間は1.0264倍が提案されている(DALRYMPLE, 1979) ことを付記しておく。柴田も指摘するように，どの壊変定数を用いて求められたかと年代の範囲により補正率を変える必要がある。フィッショントラック法（西村 進・天野吉幸）の項では，新資料と前回資料の正誤表のほか，用いた壊変定数値（$7.03\times10^{-17}\cdot yr^{-1}$）と測定法についてのコメントが述べられている（105～108頁）。

上記 K～Ar 年齢の補正に伴って，地磁気年代尺度の目盛りも改訂され，微化石分帯の年代も少しづつ変えられた。そして，今回は，いくつかの前提にたって，各微化石の生層序基準面に，年代値をつける大胆な試みがなされた（115～116頁の表）。当然のことであるが，国際深海掘削(DSDP-IPOD）の成果が大幅にとりいれられ，ことに放散虫（酒井豊三郎）とナンノプランクトン（岡田尚武・BURKRY）については，前回に比べ，改訂細分化が進んだ。軟体動物と底生大型有孔虫については共伴する浮游生微化石種の産生層準にあわせて作成したもので，従って前回とは少し変っている。最後に沖縄から北海道までの45の堆積盆の層序間の対比が「日本の新第三系の対比と編年」としてまとめられている（118～124頁）。

以上が内容のあらましであり，一見して気付くことだが，まだ大切な地域（例えば北部ホッサマグナ域や古瀬戸内のかなりの部分）が欠けているのはさみしい。また新第三系の基底付近の資料も，将来は是非加えて頂きたい。しかし，さすが日本のベストメンバーの手になった集大成で，続篇とはいうものの，現時点で最新の知識にもとづく基本的な改訂にたった総括篇で，日本の地史を学ぶものにとり，不可欠の文献・教材資料として研究者の座右に常備さるべきと信じ，ここに紹介の筆をとった次第である。

なお上記の如く，本書は非売品であるが，入手希望者は，実費送料込2500円を下記に送ればよい。

〒422 静岡市大谷836 静岡大学理学部地球科学教室内

IGCP-114国内ワーキンググループ事務局

引用文献

DALRYMPLE, G. B. (1979) :Critical tables for conversion of K-Ar ages from old to new constants. Geology 7(11), 558-560.

藤田和夫(編)(1978)：日本の新生代地質，1-229 p.

池辺展生・池辺 穣・柴田 賢・高柳洋吉・千地万造・鎮西清高編，(1973)：日本新第三系の生層序と放射年代，地質学論集 No. 8, 1-237 p.

IKEBE, N. and Working Group on Neogene Biostratigraphy and Radiometric Dating of Japan, (1977) :Summary of bio-and chronostratigraphy of the Japanese Neogene. Proc. First Intern. Congr. Pacific Neogene Stratigr., Tokyo, 1976, 93-114.

土 隆一(編)(1979)：日本の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料，viii+156 p.

土 隆一ほか(1981)：新第三紀における日本の海洋生物地理——中新世を中心として——(シンポジウム)。化石, 30, 1-120 p.

（小西健二）

協会記事

理事会（56年度第1回　昭和56年4月24日）

出席者：木内会長代行，川上，木村，坂倉，佐藤（久），佐藤（光），西川，山内各理事矢澤，矢嶋各監事

議　事：

1. 定款の改訂案を決定した。
2. 昭和55年度事業報告書及び収支計算書(案)を可決した。
3. 昭和56年度収支予算(案)を可決した。
4. 鈴木達郎，宮沢俊弥，田村俊和，川崎逸郎，新井房夫，早津賢二，張麗旭の7氏の入会と，笹嶋貞雄，篠原　勇，谷岡武雄，林　秀則，中田正次（55. 12. 13死亡）の5会員の退会について審議し評議員会に提案することにした。
5. 前会長坪井誠太郎会員を総会で名誉会員に推薦するよう提案することについて審議した結果，満場一致で提案することに決定した。
6. 副会長及びその他の理事を選出する昭和56年度第2回評議員会を昭和56年5月30日通常総会終了後に開催することを決定した。
7. 総会に先立って行う講演会の演題と講師を次の様に決定した。
   景観に見る気候変化—オーストラリアとエーゲ海　鈴木秀夫
8. 東京地学協会・国連大学共催シンポジウムの準備委員会を5月9日付で実行委員会に改組することとした。
9. 第24回国際地理学会議運営委員会を任務が終了したので，昭和56年3月31日で解散することにした。
10. 有田嘱託を引き続き昭和56年5月31日まで嘱託に委嘱することにした。

会館委員会（56年度第1回　昭和56年5月13日）

出席者：木内会長代行，山内委員長，梅沢，片山，坂倉，平山，各委員ならびに有田事務局長

議　事：

1. 隣接ブロードビル増築工事が5月中にも着工されるとの趣が急に判明したので，4月下旬から山内，片山両氏が折衝しているとの報告があった。
2. 同上ビル建築図面が協会に届いているが，地境と，建築物との間隔など不明の点があるので，B1階平面図と1階平面図について，協会との地境を入れた図面を貰うことにした。
3. 上記図面をもとにして，清水建設の専門家の意見をきくことにした。
4. その上で覚書案作製，理事会の意見として覚書をとりかわすことになった。

図書委員会（第13回　昭和56年5月14日）

出席者：坂倉理事，岩生委員長，前島，戸谷，浜田各委員

議　事：

前回議事録承認の後，坂倉理事より図書関連理事会事項について報告があり，次いで書庫内図書整理状況についての委員長報告および確認が行われ，意見が交換された。

因に，書庫内の定期刊行物の並べ替え作業は一応完了し，5月初めから単行本を含めての登録および閲覧用カード等の作製準備を進めている。

編集委員会（55年度第7回　昭和56年5月15日）

出席者：前島委員長，井上，神戸，五条，佐藤，式，諏訪，浜田，前田，松田，茂木，山口各委員

議　事：

第90巻4号の予備編集を行った。

評議員会（56年度第1回　昭和56年5月16日）

出席者：木内会長代行，青柳信義，片山信夫，川上喜代四，河野義礼，河村　武，岸本　実，木村達明，坂倉勝彦，佐藤　茂，佐藤　久，佐藤光之助，諏訪　彰，西川　治，堀　福太郎，茂木昭夫，以上16名．委任状によるもの18名．合計34名，小林貞一，和達清夫各名誉評議員，矢澤大二，矢嶋澄策各監事

議　事：

1. 昭和55年度事業報告及び収支計算書(案)，昭和56年度事業計画及び収支予算(案)について審議し，総会に提出することを了承し

た。

2．正会員の年間会費を4,000円に，賛助会員の年間会費を10,000円以上に値上げする事を可決した。

3．次の者の入会を決定した。

東郷正美，満塩博美，嶋崎吉彦，中野和敬，高橋良平，上杉　陽，新井房夫，早津賢二，張麗旭，川崎逸郎，田村俊和，宮沢俊弥，鈴木達郎，以上13名。

また次の会員の退会を承認した。

林　秀則，谷岡武雄，篠原　勇，笹島貞雄，志保井利夫（55. 8. 12死亡），河井正虎（55. 11. 20死亡），中田正次（55. 12. 13死亡），植田房雄（56. 1. 8死亡）以上8名

4．前会長坪井誠太郎会員を名誉会員に推薦するよう昭和56年度の総会に提案するという理事会の議決を了承した。

5．定款改訂案を原案どおり満場一致でこれを可決した。

第102回通常総会（昭和56年5月30日）

出席者：青野寿郎，赤木　健，有田忠雄，飯島東，池辺展生，池辺　穣，伊藤和明，岩生周一，岡山俊雄，片山信夫，川上喜代四，神戸信和，木内信蔵，岸本　実，木村達明，木村敏雄，五条英司，斎藤正次，坂倉勝彦，佐藤　正，佐藤　久，佐藤光之助，佐藤　恭，式　正英，種村光郎，戸谷　洋，中村和郎，奈須紀幸，西川　治，浜田隆士，平山　健，細井将右，堀　福太郎，前島郁雄，町田　貞，三土知芳，村上政嗣，矢澤大二，矢嶋澄策，湯原浩三，吉田善亮，和達清夫，以上42名。

委任状提出者238名，出席者合計280名

議　事：

第1号議案「第24回国際地理学会議の野外研究等の開催」のための特別会計について。

第2号議案　昭和55年度事業報告書及び収支計算書について。

第3号議案　会費の値上げについて。

第4号議案　昭和56年度事業計画及び収支予算について。

第5号議案　定款改訂について。

いずれも審議の結果満場一致で原案どおり可決した。

第6号議案　名誉会員の推薦について。

坪井前会長を満場一致で名誉会員に推薦した。

第7号議案　役員及び評議員の選出について。

次のとおり選出した。

会長：和達清夫

監事：佐藤　恭

評議員：荒川洋一，飯島　東，伊藤和明，梅沢邦臣，神戸信和，小西健二，小林勇，水津一朗，首藤次男，高崎正義，高橋浩一郎，戸谷　洋，西村嘉二，肥田　昇，湯原浩三

議事終了後，和達会長より図書整理に貢献のあった岩生周一図書委員会委員長に感謝状が贈呈された。

評議員会（56年度第2回　昭和56年5月30日）

出席者：和達清夫会長，飯島　東，池辺展生，伊藤和明，片山信夫，川上喜代四，神戸信和，木内信蔵，木村達明，五条英司，坂倉勝彦，佐藤　正，佐藤　久，戸谷洋，奈須紀幸，西川　治，堀　福太郎，町田　貞，湯原浩三，委任状提出者17名，合計36名，佐藤　恭，矢澤大二各監事

議　事：

次の通り理事を選出した。

理事(副会長)：片山信夫，木内信蔵

理事：梅沢邦臣，川上喜代四，木村達明，坂倉勝彦，佐藤　茂，佐藤　久，西川　治

創立百周年記念事業実行委員会（昭和56年7月11日）

出席者：佐藤（光）委員長代理，石和田，岩生，岡山，片山，川上，木内，岸本，斉藤，諏訪，西川，前島，矢澤，山内，渡辺(光)以上15名

議　事：

1．「百周年記念基金」(117万円）を設け，理事会に委嘱して，百周年記念にふさわしい事業・備品購入等に当てることとした。

2. 総目録を図書交換機関，式典に招待した機関，大学・研究所に寄贈することとした。
3. 一般の希望者に対しては一部3,000円（送料込）で頒布する。
4. 挨拶状，決算書を了承し，残務は佐藤(光)，川上委員が当ることとした。
5. 実行委員会はこれで任務を終了し，解散することとした。

図書委員会（第14回　昭和56年7月7日）
出席者：岩生委員長，平山，前島，戸谷各委員，
議　事：
前回議事録を一部訂正の上承認し，委員長から在庫定期刊行物の巻号調べとカード記入（60～70%終了）の状況等につき報告され，単行本の整理の方法，時期等について意見の交換が行われた。

会館委員会（56年度第2回　昭和56年7月14日）
出席者：木内，片山副会長，山田委員長，梅沢，川上，佐藤，平山各委員ならびに有田事務局長
議　事：
1. 貸室利用状況について報告があった。
2. 会館会計について資料により説明があった。
3. 会館委員会の委員長の交替ならびに新委員の選出について計った。
4. 隣接ブロードビル増築計画についての報告ならびに交渉についての検討を行った。
5. その他第一建築サービスに対する交渉事について検討した。

会員名簿追加
三村邦雄　理
381-11　長野市青木島町 1-13-2　飯島方

訃　報
本協会顧問川北禎一氏は急性心不全のため去る6月9日逝去されました。享年84歳でした。氏は戦後の復興期から高度成長期にかけての日本興業銀行頭取として，またその後も財界の重鎮として日本経済の発展に貢献されましたが，同時に早くから文部省文化財保護委員会委員，日本自然保護協会々長ならびに本協会顧問などとして文化的にも極めて幅広く活躍されました。ここに謹んで哀悼の意をささげます。

会長　和達　清夫

本協会会員　花井重次君（昭和56年5月29日），橋本克巳君（昭和56年6月30日），谷　巌君，は逝去された。ここに謹んで哀悼の意を表する。

会長　和達　清夫

収支予算書
(一般会計)
昭和56年度(自昭和56年4月1日 至昭和57年3月31日)

(収入の部) (単位：円)

科目	予算額	備考
1. 事業収入		
(1) 地学雑誌収入	1,200,000	
(2) 受託頒布地質図幅等収入	10,000,000	
(事業収入計)	(11,200,000)	
2. 会費収入		
(1) 正会員	2,000,000	
(2) 賛助会員	160,000	
(会費収入計)	(21,600,000)	
3. 利子収入	359,132	
4. 会館会計繰入金	15,000,000	
5. 雑収入	125,000	
収入合計	28,844,132	
合計	28,844,132	

(支出の部)　(単位：円)

科目	予算額	備考
1. 事務管理費		
(1) 人件費		
給料手当	5,226,573	
退職金	290,667	
福利厚生費	242,447	
(人件費計)	(5,759,687)	
(2) 管理費		
消耗品費	132,000	
印刷費	180,000	
旅費交通費	20,000	
通信運搬費	200,000	
水道光熱費	800,000	
租税公課	878,995	
火災保険料	27,601	
支払報酬	866,667	
会議費	270,000	
管理委託費	816,000	
修繕費	240,000	
雑費	180,000	
(管理費計)	(4,611,263)	
(3) 減価償却費	2,449,593	
事務管理費合計	12,820,543	
2. 事業費		
(1) 出版事業費		
地学雑誌出版費	6,234,000	
受託頒布地質図幅等事業費	7,000,000	
(出版事業費計)	(13,234,000)	
(2) 各種委員会費	1,068,480	
(3) その他事業費		
図書費	90,000	
調査研究費	216,000	
(その他事業費計)	(306,000)	
(4) 減価償却費	2,449,593	
事業費合計	17,058,073	
支出合計	29,878,616	
当期収支差額	△1,034,484	
合計	28,844,132	

収　支　予　算　書
（会　館　会　計）

昭和56年度（自昭和56年４月１日　至昭和57年３月31日）

（収入の部）　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　（単位：円）

科　　　目	予　算　額	備　　　考
1．会館収入		
(1) 会館賃貸収入	56,352,000	
(2) 臨時賃貸収入	240,000	
（会館収入計）	(56,592,000)	
2．利子収入	1,676,000	
収入合計	58,268,000	
合　　計	58,268,000	

（支出の部）

科　　　目	予　算　額	備　　　考
1．会館事業費		
(1) 人件費		
給料手当	2,613,287	
退職金	145,333	
福利厚生費	121,223	
（人件費計）	(2,879,843)	
(2) 管理費		
消耗品費	66,000	
旅費交通費	10,000	
通信運搬費	100,000	
水道光熱費	400,000	
租税公課	5,449,005	
火災保険料	119,349	
支払報酬	433,333	
会館委員会費	122,000	
管理委託費	408,000	
修繕費	120,000	
雑費	364,000	
（管理費計）	(7,591,687)	
(3) 減価償却費	22,089,210	
会館事業費合計	32,560,740	
2．支払利息	17,978,000	
3．一般会計繰入金	15,000,000	
支出合計	65,538,740	
当期収支差額	△7,270,740	
合　　計	58,268,000	

収支計算書
(一般会計)

昭和55年度(自昭和55年4月1日 至昭和56年3月31日)

(収入の部)　　　　(単位：円)

科目	予算額	決算額	差額
1. 事業収入			
(1) 地学雑誌収入	1,125,000	2,081,085	956,085
(2) 受託頒布地質図幅等収入	10,625,000	10,134,632	△490,368
(3) 手数料収入	—	400,000	400,000
(事業収入計)	(11,750,000)	(12,615,717)	(865,717)
2. 会費収入			
(1) 正会員	1,250,000	1,224,300	△25,700
(2) 賛助会員	180,000	130,000	△50,000
(会費収入計)	(1,430,000)	(1,354,300)	(△75,700)
3. 利子収入	389,000	528,207	139,207
4. 会館会計繰入金	15,000,000	15,000,000	0
5. 雑収入	125,000	1,041,441	916,441
収入合計	28,694,000	30,539,665	1,845,665
合計	28,694,000	30,539,665	1,845,665

出の部)　　　　　　　　　　　　　　　　　　(単位：円)

科　目	予算額	決算額	差額
事務管理費			
)人件費			
給料手当	4,759,700	4,996,940	237,240
退職金	436,000	1,279,153	843,153
福利厚生費	360,225	322,337	△37,888
(人件費計)	(5,555,925)	(6,598,430)	(1,042,505)
(2) 管理費			
消耗品費	230,000	396,730	166,730
印刷費	115,500	688,020	572,520
旅費交通費	57,750	30,460	△27,290
通信運搬費	264,000	197,842	△66,158
水道光熱費	500,000	768,945	268,945
租税公課	1,200,000	835,249	△364,751
火災保険料	—	20,412	20,412
支払報酬	587,000	581,886	△5,114
会議費	228,580	129,993	△98,587
管理委託費	—	826,000	826,000
修繕費	—	78,833	78,833
雑費	150,000	158,160	8,160
(管理費計)	(3,332,830)	(4,712,530)	(1,379,700)
(3) 減価償却費	2,550,000	2,987,304	437,304
事務管理費合計	11,438,755	14,298,264	2,859,509
2．事業費			
(1) 出版事業費			
地学雑誌出版費	5,722,800	5,402,605	△320,195
受託頒布地質図幅等事業費	9,262,000	6,448,053	△2,813,947
(出版事業費計)	(14,984,800)	(11,850,658)	(△3,134,142
(2) 各種委員会費	2,085,600	578,400	△1,507,20
(3) その他事業費			
図書費	100,000	390,920	290,9
調査研究費	300,000	0	△300,0
雑費	200,000	0	△200,
(その他事業費計)	(600,000)	(390,920)	(△209,
(4) 交際費	—	89,300	89,
(5) 減価償却費	2,550,000	2,987,303	437
(6) 予備費	1,896,137	0	1,89
事業費合計	22,116,537	15,896,581	△6,21
3．備品除却損	—	2,624,497	2,6
支出合計	33,555,292	32,819,342	△7
当期収支差額	△4,861,292	△2,279,677	2,5
合計	28,694,000	30,539,665	1,

貸借対照表
(一般会計)

昭和56年3月31日現在

(資産の部)　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　(単位：円)

科目		
I 流動資産		
現金・預金	8.362,281	
受託頒布地質図幅等	4,235,907	
未収入金	7,508	
流動資産合計		12,605,696
II 固定資産		
(1) 有形固定資産		
図書	706,113	
什器備品(注)	4,526,659	
土地	2,225,340	
有形固定資産計	7,458,112	
(2) 無形固定資産		
電話加入権	92,680	
(3) 投資その他の資産		
投資有価証券	4,799,157	
固定資産合計		12,349,949
資産合計		24,955,645

(注)　什器備品減価償却累計額　3,095,661

（負債の部）　　　　　　　　　　（単位：円）

科　　　目		
I　流動負債		
預り金	1,528,490	
百周年記念事業預り金	4,909,552	
流動負債合計		6,438,042
II　固定負債		
退職給与積立金	4,264,500	
固定負債合計		4,264,500
III　会館会計勘定		
会館会計勘定	8,171,488	
会館会計勘定合計		8,171,488
負債合計		18,874,030
（正味財産の部）		
I　基金		
基金	3,500,000	
基金合計		3,500,000
II　剰余金		
事業復興資金	265,209	
敷金返還積立金	297,700	
別途積立金	1,600,000	
次期繰越剰余金	418,706	
（うち当期収支差額）	（△2,279,677）	
剰余金合計		2,581,615
正味財産合計		6,081,615
負債・正味財産合計		24,955,645

財 産 目 録

（一 般 会 計）

昭和56年３月31日現在　　　　（単位：円）

科目	前年度末残高	当年度末残高	比較増減	備考
I 流動資産				
現金	87,518	503,050	415,532	
預金	8,064,133	7,859,231	△204,902	
普通預金	7,737,275	7,518,723	△218,552	
第一勧銀／飯田橋	2,676,321	2,005,952	△670,369	
第一勧銀／麹町	4,308,994	4,767,281	458,287	
第一勧銀／麹町（寄付金口）	33,776	34,608	832	
三菱銀行／麹町	525,443	176,561	△348,882	
住友銀行	192,741	534,321	341,580	
金銭信託	23,684	50,534	26,850	
安田信託銀行	23,684	50,534	26,850	
振替貯金	303,174	289,974	△13,200	
受託頒布地質図幅等	1,542,500	4,235,907	2,693,407	
未収入金	0	7,508	7,508	
流動資産合計	9,694,151	12,605,696	2,911,545	
II 固定資産				
有形固定資産	12,008,065	7,458,112	△4,549,953	
図書	706,113	706,113	0	
什器備品	9,076,612	4,526,659	△4,549,953	
土地	2,225,340	2,225,340	0	
無形固定資産	92,680	92,680	0	
電話加入権	92,680	92,680	0	
投資その他の資産	4,799,157	4,799,157	0	
投資有価証券	4,799,157	4,799,157	0	
電話債券	399,157	399,157	0	
貸付信託	4,400,000	4,400,000	0	
住友信託銀行	4,100,000	4,100,000	0	
安田信託銀行	300,000	300,000	0	
固定資産合計	16,899,902	12,349,949	△4,549,953	
合計	26,594,053	24,955,645	△1,638,408	

収　支　計　算　書

（会　館　会　計）

昭和55年度（自昭和55年4月1日 至昭和56年3月31日）

（収入の部）　　（単位：円）

科　目	予算額	決算額	差額
1．会館収入			
(1) 会館賃貸収入	56,352,000	56,352,240	240
(2) 臨時賃貸収入	300,000	225,000	△75,000
（会館収入計）	(56,652,000)	(56,577,240)	(△74,760)
2．利子収入	882,000	1,638,085	756,085
収入合計	57,534,000	58,215,325	681,325
合　計	57,534,000	58,215,325	681,325

（支出の部）

科　目	予算額	決算額	差額
1．会館事業費			
(1) 人件費			
給料手当	2,379,850	2,498,470	118,620
退職金	—	639,577	639,577
福利厚生費	283,152	161,169	△121,983
（人件費計）	(2,663,002)	(3,299,216)	(636,214)
(2) 管理費			
消耗品費	120,000	179,009	59,009
旅費交通費	29,750	31,270	1,520
通信運搬費	136,000	98,922	△37,078
水道光熱費	250,000	384,473	134,473
租税公課	6,162,000	5,142,161	△1,019,839
火災保険料	147,000	126,538	△20,462
支払報酬	293,000	290,944	△ 2,056
会館委員会費	122,000	64,000	△58,000
管理委託費	1,224,000	413,000	△811,000
修繕費	360,000	39,417	△320,583
雑費	277,900	190,928	△86,972
（管理費計）	(9,121,650)	(6,960,662)	(△2,160,988)
(3) 減価償却費	24,650,000	24,450,241	△199,759
会館事業費合計	36,434,652	35,426,422	△1,724,533
2．支払利息	21,163,000	20,148,030	△1,014,970
3．一般会計繰入金	15,000,000	15,000,000	0
支出合計	72 597 652	69 858 149	△2 739 503
当期収支差額	△15,063,652	△11,642,824	3,420,828
合　計	57,534,000	58,215,325	681,325

貸借対照表

(会館会計)

昭和56年3月31日現在

(資産の部) (単位：円)

科目		
I 流動資産		
現金・預金	14,898,711	
未収入金	327,613	
流動資産合計		15,226,324
II 固定資産		
(1) 有形固定資産		
建物(注)	425,618,333	
構築物(注)	2,693,056	
有形固定資産計	428,311,389	
(2) 投資その他の資産		
投資有価証券	10,000,000	
固定資産合計		438,311,389
III 一般会計勘定		
一般会計勘定	8,171,488	
一般会計勘定合計		8,171,488
資産合計		461,709,201

(注) 減価償却累計額　建物　56,642,621
構築物　386,944
計　57,029,565

(負債の部)

科目		
I 固定負債		
長期借入金	224,000,000	
敷金	28,176,120	
受入保証金	238,714,000	
負債合計		490,890,120

(正味財産の部)

I 欠損金		
次期繰越欠損金	△29,180,919	
(うち当期収支差額)	(△11,642,824)	
正味財産合計		△29,180,919
負債・正味財産合計		461,709,201

財　産　目　録
（会　館　会　計）

昭和56年3月31日現在　（単位：円）

科　目	前年度末残高	当年度末残高	比較増減	備　考
I 流動資産				
現　金	19,740	14,106	△5,634	
預　金	25,668,033	14,884,605	△10,783,428	
普通預金	12,668,033	6,884,605	△5,783,428	
第一勧銀	11,926,789	5,713,644	△6,213,145	
住友銀行	741,244	1,170,961	429,717	
定期預金	13,000,000	8,000,000	△5,000,000	
第一勧銀	13,000,000	8,000,000	△5,000,000	
未収入金	0	327,613	327,613	
流動資産合計	25,687,773	15,226,324	△10,461,449	
II 固定資産				
有形固定資産	456,705,781	428,311,389	△28,394,392	
建　物	453,818,338	425,618,333	△28,200,005	
構築物	2,887,443	2,693,056	△194,387	
投資その他の資産	0	10,000,000	10,000,000	
投資有価証券	0	10,000,000	10,000,000	
貸付信託(住友信託)	0	10,000,000	10,000,000	
固定資産合計	456,705,781	438,311,389	△18,394,392	
III 一般会計勘定	6,958,471	7,455,185	496,714	
合　計	489,352,025	460,992,898	△28,359,127	

特　別　会　計

昭和55年度「第24回国際地理学会議の野外研究等の開催」事業収支決算報告書

昭和56年2月25日

1　収入の部　　　　(単位：円)

科　　目	予　算　額	決　算　額	受入済額	未調達額
補　助　金	9,000,000	8,549,000	8,549,000	0
自己負担額	12,000,000	11,400,932	11,400,932	0
計	21,000,000	19,949,932	19,949,932	0

注 1　55. 7. 1　日本船舶振興会に補助事業の申請書を提出
2　55. 7. 21　補助事業決定通知受領（事業開始月日　7月1日）
3　56. 1. 9　事業終了報告提出
4　56. 2. 5　大森芳文監査室長代理による監査実施
5　56. 2. 20　補助金額確定通知受領
6　56. 2. 25　補助金精算終了

2　支出の部

科　　目	予　算　額	決　算　額	支出済額	未　払　額
人　件　費				
臨時傭人給	2,059,000	2,038,500	2,038,500	0
通　訳　料	80,000	68,500	68,500	0
旅　　費				
研究委員会旅費	2,250,000	2,112,210	2,112,210	0
ポスト コングレス旅費	6,895,000	6,880,910	6,880,910	0
物件費				
資料作成費	2,571,000	2,014,321	2,014,321	0
展示作成費	2,370,000	2,772,000	2,772,000	0
印刷物購入費	1,350,000	882,800	882,800	0
会議費				
会場借上料	1,185,000	1,252,941	1,252,941	0
諸　掛	0	27,200	27,200	0
雑　　費				
展示会場借上料	2,120,000	1,800,000	1,800,000	0
運　搬　費	120,000	100,550	100,550	0
計	21,000,000	19,949,932	19,949,932	0

以上の通り報告いたします。
昭和56年5月30日
社団法人　東京地学協会
会長代行　木内信蔵
理　事　川上喜代四
理　事　木村達明
理　事　坂倉勝彦
理　事　佐藤　久
理　事　佐藤光之助
理　事　西川　治
理　事　山内　肇

昭和55年度事業報告及び収支決算を監査したところ適正かつ計算の正確であることを認めた。
昭和56年5月30日
監　事　矢嶋澄策
監　事　矢澤大二

地学雑誌　第844号　昭和56年8月20日印刷　昭和56年8月25日発行

編集兼発行者　前島郁雄

発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
〒102　電話 東京(03)261-0809　振替口座東京0-66278

印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15

東京地学協会 取扱い出版物　　▲印 新刊

1/5万 地質図及び説明書（左上から定価の順で 同一価格のものはアイウエオ順）

各〒 460円 450円
赤穂
秋葉山
上松
足尾
厚田
阿仁合
飯田
今治西部
伊予三崎
岩内
岩館
宇部
宇部東部
襟裳岬
大垣
大迫
大畑
近江長浜
大屋市場
尾花沢
渡島小島
鬼鹿
小浜
飫肥
笠田
海南
唐津
冠島
霧島山
串本
鞍岡
国分
甲府
昆布森
猿留
須坂
田沢湖
但馬竹田
垂水
丹後由良
妻籠
土淵
都農
津山東部
都井岬
当別
動木
苫前
富高
那智
男体山
沼田
鋸崎
羽幌
浜益
東茂住
燧岳
人首
平戸
船津
幌加内
本岐
幌泉
母衣月
三日市
三厩
門別
吉野山
呼子
留萌

各〒 600円 450円
荒島岳
伊万里
内之浦
渡島大島
大槌・霞露岳
大間・佐井
鯛ノ浦
加治木
勝本・郷ノ浦・芦辺
金木
鹿屋
上里
草津
小口瀬戸
佐用
志布志
新宮・阿田和
周匝
男女群島
達布
田並
太良鉱山
近川
月形
徳舜瞥
仁位
根雨
羽島
初浦
肥前高島付野母崎
日向青島
肥前江ノ島
弘前
深浦
三島
三田井
見付・掛塚
焼石岳
八幡浜・伊予高山
涌谷
若柳

各〒 890円 450円
（△印説明書なし）
△伊東
五所川原
△横田
脇野沢

各〒 1,390円 450円
▲粟島
磯浜
稲取
伊良部島
岩沼
魚津
渡島福島
川尻
金華山
熊石
五城目
修善寺
下田
尻屋崎
多良間島
鶴居
利島
富江
那珂湊
野尻
彦根東部
都城
御蔵島
三崎
陸奥川内
屋久島西南部
八雲
米内沢

各〒 1,510円 450円
羽後和田
小諸
酒田
知内
大樹
大正
館
多里
津幡
宮古島北部

各〒 1,840円 450円
▲相沼
秋田
浅舞
▲油川
上石見
木古内
千歳
本荘
神門
八ガ岳
湯沢
▲遊楽部岳

各〒 2,390円 500円
伊予鹿島・宿毛
▲帯広
栗栖川
坂城
▲白木峰
▲太平山
竹田
蓼科山
津島
藤沢
若桜
宮古島

2,390円
〒 都内 600 / 第一地帯 700 / 第二 〃 850 / 第三 〃 1,000
浜松

2,610円〒500円
▲鵡川

2,620円〒500円
▲亀山

2,700円〒500円
▲龍神

2,790円〒500円
江住

2,850円〒500円
▲上郡

東京地学協会 取扱い出版物　　▲印 新刊

日本 油田 ガス田図　各〒 450円

No.	名称	縮尺	価格
No.1,	青山奥	縮尺1/ 5万	820
No.2,	横浜	1/ 1.5万	820
No.3,	横須賀	1/ 2万	820
No.7,	魚沼 説明書付	1/ 5万	3,410 〒 800
No.8,	本宿	1/ 2.5万	1,510
No.9,	七谷	1/ 2.5万	820
No.10,	茂原	1/5万・1/1.5万	2,140
No.11,	佐渡 説明書付	1/ 5万	3,020 〒 800

日本炭田図　各〒 760円 (1.2.8.13は都内 760円 第一地帯880円第二1,030円第三1,180円)

No.	名称		縮尺	価格
No.1,	常磐炭田図	説明書付	縮尺1/ 5万	1,760
No.2,	北松炭田図	〃	1/ 2.5万	2,930
No.3,	留萠炭田大和地区	説明書付	1/ 2.5万	730
No.4,	常磐炭田泉地域	説明書付	1/ 1万	730
No.5,	釧路炭田新鮭別地域	説明書付	1/ 1万	730
No.6,	石狩炭田空知地区東芦別地域	説明書付	1/ 1万	1,330
No.7,	釧路炭田北西部	説明書付	1/ 2万	1,330
No.8,	雨竜一留萠	〃	1/ 2万	2,930
No.9,	佐世保市南西部	〃	1/ 1万	1,330
No.10,	新潟県赤谷	〃	1/ 5000	1,330
No.12,	佐世保西南部地域	説明書付	1/ 1万	1,760
No.13,	天北炭田地質図 炭層対比図炭柱図 天北炭田説明書	組の場合7,730	1/ 2.5万	4,190 2,650 1,330

北海道金属非金属鉱床総覧　縮尺$\frac{1}{80万}$　各〒 450円

		価格
I.	新第三紀後期一第四紀の鉱化作用	610
II.	新第三紀の鉱化作用	590
III.	古生代後期一第三紀初期の鉱化作用	560

空中磁気図　縮尺$\frac{1}{20万}$　各〒 450円

		価格
I.	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
II.	稚内-利尻-遠別-留萠-札幌海域	1,030
III.	浜頓別-雄武-網走海域	590
IV.	御前崎-浜松-豊橋海域	590
V.	西九州長崎-川内海域	590
VI,VII.	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
VIII,IX,X.	厚岸-浦幌-苫小牧-函館-襟裳-積丹海域	1,030
XI,XII.	輪島-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-花巻海域	1,030
XIII.	福井-豊岡-隠岐海域	590
XIV,XV,XVI.	豊橋-串本-室戸-延岡-佐多岬海域	1,550
XVII,XVIII.	天北-十勝地域	590
XIX,XX.	日高-大雪地域	590
XXI,XXII.	奥尻-津軽-男鹿半島-酒田海域	1,030
XXIII.	五島列島-野母崎-男女群島-甑島海域	1,030
XXIV.	北見地域	590
XXV.	大隅半島-屋久島-種子島東方海域	1,030
XXVI.	佐渡相川-輪島-糸魚川-七尾海域	1,030
XXVII.	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島-房総沖海域	1,030

	価格
日本地質図索引図（I）(1960～69) 日本東部 (〒 500)	3,160
日本地質図索引図（II）(1960～69) 日本西部 (〒 500)	3,700
日本地質図索引図第３集 (1970～74) (〒 1000)	4,710
▲地質図 目録図 1981年版 (〒300)	720
海洋地質図 目録図 (〒300)	750

斉藤報恩会発行，増田孝一郎・野田浩司著
日本の第三紀及第四紀軟体動物のチェックリスト
(1950-1974)（正会員割引無）
定価 9,000円（〒都内 710円，第一地帯 830円，第二 980円，第三 1,130円）

ISSN 0022-135X

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 5 (845), 1981

目　次

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY
(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)
Founded in 1879
Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東 京 地 学 協 会　取 扱 い　出 版 物　　　▲印　新刊

日本地質図　各〒 450円

書名	縮尺	価格
日本地質図（4枚1組）	縮尺1/100万	4,690 〒500
同上説明書：Geology and Mineral Resources of Japan（第三版）		3,780
〒都内 760円，第一地帯 880円，第二 1,030円，第三 1,180円		
No. 4，日本地質図（3枚1組）	縮尺1/200万 シリーズ	1,560
No. 5，日本炭田図		890
No. 8，日本温泉分布図　}組の場合1,950 〒 500		1,280
日本温泉鉱泉一覧		930
No. 9，日本油田ガス田分布図		1,150
▲No.11，日本の火山（2版）		1,350
No.13，日本変成相図　説明書付		700
No.14，日本鉱床生成図（鉱種・時代）		720
No.15-1，日本鉱床生成図（モリブデン・タングステン・錫）		940
No.16-1，絶対年代図（花崗岩）		650
No.16-2，絶対年代図（変成岩）		900
No.17-1，粘土鉱床分布図 説明書付		1,370
No.17-2,3,4，日本鉱床分布図（銅・鉛・亜鉛・マンガン）		3,010
No.17-5,6，日本鉱床分布図（金・銀・水銀・硫黄・石膏）		2,120
No.18，日本活断層図　説明書付		930
No.19，日本熱水変質帯分布図		1,540
▲熱水変質帯・温泉沈澱物一覧		990
▲No.20，日本地熱資源賦存地域分布図		1,330
▲No.21，日本温泉放熱量分布図		1,310
An Outline of the Geology of Japan（地質図と説明書）	縮尺1/500万	1,030

地質構造図　各〒 450円

書名	縮尺	価格
No.1，秋田	縮尺1/ 50万	890
No.2，後期新生代　東京（付図4）	1/ 50万	1,280
No.3，第四紀変動図 近畿（付図3）	1/ 50万	1,580
No.4，伊豆半島活断層図 説明書付	1/10万・1/5万	1,390
No.5，信越地域活構造図	1/ 20万	1,560

特殊地質図　各〒 450円

書名	縮尺	価格
No.11，山形市北部　説明書付	縮尺1/ 5万	850
No.13，佐世保北部	1/ 2.5万	850
No.15，石狩沖積低地　説明書付	1/ 10万	1,240
No.17，鬼首	1/ 2.5万	650
No.20，東京湾とその周辺地域　説明書のみ	1/ 10万	1,080

火山地質図　〒 350円

書名	縮尺	価格
▲No.1，桜島火山地質図 裏説明書	縮尺1/ 2.5万	1,210
▲No.2，有珠火山地質図 裏説明書	1/ 2.5万	1,140

▲地熱地域等重力線図　〒 450

書名	縮尺	価格
〔北海道・本州・九州〕（20地域）	縮尺1/ 5万	3,730

水理地質図　各〒 450円

書名	縮尺	価格
No.4，山梨県釜無川・笛吹川流域	縮尺1/ 5万	650
No.5，香東川・土器川・財田川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.6，愛媛県金生川・加茂川・中山川流域　説明書付	1/ 10万	650
No.7，千葉西部	1/ 10万	650
No.8，奈良県大和川流域	1/ 5万	650
No.11，長野県松本盆地　説明書付	1/ 5万	650
No.12，兵庫県南西部　説明書付	1/ 10万	650
No.13，佐賀・福岡県筑後川中流域	1/ 5万	650
No.15，都城盆地　説明書付	1/ 10万	650
No.16，仙台湾臨海地域	1/ 10万	840
No.17，高知県鏡川・国分川・物部川流域	1/2.5万	650
No.18，福岡・大分県山国川・駅館川流域	1/ 5万	650
No.19，熊本県白川・黒川流域	1/ 5万	650
No.20，鳥取県日野川流域	1/ 5万	840
No.21，福岡県矢部川中流域	1/2.5万	840
No.22，山梨・長野県釜無川上流域	1/ 5万	1,110
No.23，長野・群馬県湯川・吾妻川流域	1/ 5万	1,390
No.24，長野県千曲川中流域	1/ 5万	1,390
No.25，島原半島	1/ 5万	1,510
No.26，長崎県諫早・北高地区	1/ 5万	1,260
No.27，長野県上川・柳川・宮川流域	1/ 5万	1,260
No.28，福島県郡山盆地	1/ 5万	1,390
No.29，福島盆地	1/ 5万	1,540
▲No.30，甲府盆地	1/ 5万	1,530

海洋地質図　各〒 450円

書名	縮尺	価格
No.3，相模灘付近海底地質図（付図4）説明書付	縮尺 1/ 20万	1,840
No.4，相模灘付近表層堆積図（付図3）	1/ 20万	1,630
No.5，紀伊水道南方海底地質図（付図3）	1/ 20万	1,700
No.6，紀伊水道南方表層堆積図（付図2）	1/ 20万	1,280
No.7，琉球島孤周辺広域海底地質図（付図7）	1/100万	3,610
No.8，西南日本外帯沖広域海底地質図	1/100万	2,000
No.9，八戸沖表層堆積図（付図5）	1/ 20万	2,350
No.10，八戸沖海底地質図（付図3）説明書付	1/ 20万	1,970
No.11，日本海溝・千島海溝南部（付図4）	1/100万	2,650
No.12，西津軽海盆表層堆積図（付図6）	1/ 20万	2,440
▲No.13，日本海南部及び対島海峡（付図3）	1/100万	2,430
▲No.14，北海道周辺日本海・オホーツク海（付図3）	1/100万	2,750
▲No.15，日本海中部海域広域海底地質図（付図3）	1/100万	2,990

写真 2 野柳岬先端のケスタ地形（丘陵の背面も手前の波食面も同斜構造を反映する）

台湾北端部，野柳岬の隆起波食台上の茸岩

Mushroom Stones on the Upraised Abrasion Platform in the Cape Yehlieu, Northernmost Part of Taiwan

台湾北端部の海岸線は，台湾島の帯状地質構造が北部で NE-SW 方向をとるのに対し，これを切断した形で直交する。三貂角から北端の富貴角に至る間，長汀曲浦の交互する屈曲の多い海岸線は，岩質の差による選択侵食がすすんだ隆起傾向の対置海岸線と考えられている。彎入部の一つには基隆港があり，この海岸線は台北，淡水からも遠くない所から，砂浜には金山など海水浴場が多く，野柳の付近は自然公園になっている。

野柳は大屯火山の東南 [illegible]に位置するが，基盤の新第三系中新統が露出し，特に硬い石灰質「野柳砂岩」の部分が，NE 方向に2.5 km ほど，細長く突出して岬をなしている。岬の付け根付近は奇岩の目立つ名勝地であり，興味深い地形が展開する。奇岩の中でも目を引くのは，普段は波の及んでいない隆起波食台上に，数十本も生え出たように群集する茸岩（mushroom stone）であろう（写真 1）。写真のもので高さ 3 ～ 4 m，頂部の直径が 2 m ほどで，どの岩塔もほぼ同様の規模である。隆起波食台は海抜 6 m，比較的新しい地盤隆起を物語る。茸岩の下半部は波食でえぐられ，相対的に細く滑らかにされているが，頂部には見事な蜂窩構造(Honeycomb structure)がみられる。この蜂の巣模様は，岩石の性質に左右される様で，特定の岩層に限られている。又これは汀線直上の波浪飛沫の及ぶ部分の機械的，化学的，生物的風化作用（Honeycomb weathering という）の結果であり，一種の差別的風化が成因と見なされる。それにしてもきのこの巨大模型をみるような奇異な感を覚える。

南東方向からのプレートの圧力を受けて台湾山系の新期造山隆起量は大きく，台湾のいたる所に衝上構造とそれに伴う傾動地塊がみられ，典型的なケスタを示す山地，丘陵地が多い。野柳岬の突端方向をみた写真 2 が示す様にケスタ丘陵が岬の骨骼となっており，地層傾斜に平行するその背面は南東へ15° の傾斜をなす。手前の隆起波食面にも，露出する岩層が差別的侵食風化作用をうけて，脊型をした奇岩となって出現する。(1981年 3 月　式　正英撮影 Photo by M. SHIKI)

地学雑誌 90, 5 (1981)

アンデス中部地域の古・中生界の生物層序学的研究——予報——

坂上澄夫* 柳田寿一** 加瀬友喜***
長井孝一**** César RANGEL Z.*****
Mario URDININEA R.******

Biostratigraphic Study of Paleozoic and Mesozoic Groups in Central Andes —Preliminary Report—

Sumio SAKAGAMI, Juichi YANAGIDA, Tomoki KASE,
Koichi NAGAI, César RANGEL Z. and Mario URDININEA R.

Abstract

This field work was undertaken during late September to early November, 1980, and was financially supported by the Overseas Scientific Research Fund in 1980 of the Ministry of Education, Japanese Government.

Members of the party include:

S. SAKAGAMI (Leader of the Project): Paleozoic and Mesozoic bryozoans.
J. YANAGIDA: Paleozoic and Mesozoic brachiopods.
T. KASE: Paleozoic and Mesozoic molluscs.
K. NAGAI: Sedimentology of Paleozoic and Mesozoic Groups in the Central Andes.
C. RANGEL: Stratigraphy of Paleozoic and Mesozoic Groups in Peru.
M. URDININEA: Stratigraphy of Paleozoic and Mesozoic Groups in Bolivia.

The purpose of the study is to provide a more detailed biostratigraphy for the region covered in "Upper Paleozoic of Peru" by NEWELL, CHRONIC and ROBERTS (1949, 1953), and to compare the Upper Paleozoic and Mesozoic faunas in Central Andes with those of the Asian region. Knowledge of the Paleozoic bryozoan fauna in South America is especially poor. Although the Upper Paleozoic fauna of South America has been correlated mainly with that of North America, closer paleogeographic relationships can be anticipated between the South America and Eurasian regions in the Upper Paleozoic based on the Continental Drift Theory by Plate Tectonics. A more detailed paleontological study in South America is necessary to evaluate those relationships.

The journeys in Peru and Bolivia are shown in Fig. 1.

* 千葉大学理学部 Faculty of Science, Chiba University
** 九州大学理学部 Faculty of Science, Kyushu University
*** 国立科学博物館地学研究部 Department of Geology, National Science Museum
**** 九州大学教養部 College of General Education, Kyushu University
***** Instituto Geologico Minero y Metalurgico, Perú
****** Servicio Geologico de Bolivia

In Peru, the route between Lihuirco (ca. 11 km north from Abancáy) and Quisuar (northern foot of Mt. Ampáy), where the Permian Copacabana Group is well developed, was measured and collected in detail. We also made a route map of this area at a scale of 1 : 2,500. Many kinds of fossils such as fusulinaceans, bryozoans, brachiopods, molluscs and others were collected from 34 outcrops. Rock samples for sedimentary petrography were taken from 150 points along the route. As shown in the route map (Fig. 2), the outcrops were not seen in succession because of the strongly curved road and steep topography (Photo. 1). The columnar section will be compiled after the detailed study of the fossils and lithology.

At present, it is considered that the Copacabana Group developed in the Lihuirco-Quisuar route forms the synclinal structure having an axis of WNW-ESE trend at the median part of this route. The shale facies is dominant near to the axis (upper part) and the limestone facies is rich far from the axis (lower part), namely:

Upper: Mostly shale

Middle: Alternation of shale and limestone facies (Qu-1~Qu-10; Qu-11~Qu-18)

Lower: Mostly limestone (Qu-19~Qu-34)

In Bolivia, we had the field trips to Yaurichambi and Tiquina, both situated near Lago Titicaca. Abundant fossils of the Copacabana Group occur, especially at Yaurichambi, not only fusulinaceans and corals, but also bryozoans, brachiopods, gastropods and others in many horizons. These faunas have yet to be studied. The results of paleontological and sedimentological studies will be published successively as soon as they are ready by each partakers.

More field work is planned. Problems include: 1) choice of the best season, 2) proper field methods, 3) transportation of samples to Japan, and 4) permission of local governments.

I. 緒　言

筆者らは，文部省の昭和55年度科学研究費補助金（海外学術調査）の交付を得て，「アンデス中部地域の古・中生界の生物層序学的研究」を行なった。当初の計画では，ペルー国をほぼ北西一南東に縦走するアンデス山地に分布する古・中生界，就中，上部古生界Copacabana Group（二畳系）と，その延長が分布するボリビア国の Titicaca 湖付近から西北西一東南東地域の生物層序学的調査を行なうことがその目的であった。しかし，われわれのうち４名が日本を出発する直前になって，ボリビア国で起ったクーデター（7月）以後の状況から，ボリビア国内における野外調査を行なうことは困難であろう，との外務省当局からの示唆があったので，詳細な野外調査を行なうのはペルー国だけとし，ボリビア国では今後の現地調査の見通しについて関係機関との意見交換，次回調査のための研究資料の蒐集などを行なうにとどまった。

研究分担者とその役割分担は次の通りである。

坂上澄夫：古生代こけ虫動物化石の研究

柳田寿一：古生代腕足動物化石の研究

加瀬友喜：古生代，中生代軟体動物化石の研究

長井孝一：古生界，中生界の層序学的，堆積学的研究

C. RANGEL Z.: ペルー国古生界，中生界の層序学的研究

M. URDININEA R.: ボリビア国古生界，中生界の層序学的研究

RANGEL はペルー国内の野外調査，URDININEA はボリビア国内での予備調査に参加した。

今回の現地調査を実施するにあたり，ペルー国では，ペルー国立地質鉱山冶金研究所 (INGEMMET) から多大の御援助をいただいた。とくに，同所長 Francisco SOTILLO P. 博士からは調査旅行に対して絶大な便宜を計っていただき，今回の旅行を円滑に進めることができた。ボリビア国では，国情が必ずしも安定しているとは言えない状況下でありながら，ボリビア国地質調査所 (GEOBOL) の積極的な協力姿勢をうかがうことができ，今後の現地調査に明るい見通しを得ることができた。とくに，GEOBOL 副所長 Lorgio RUIZ G. 博士は，短期間ではあったが，われわれの滞在を快く認めて下さり，予備調査についての便宜を与えて下さった。

坂上と柳田は，南米での調査後，米国に赴き，スミソニアン国立博物館 (U. S. National Museum, ワシントン) で標本の比較検討をする機会を得たが，とくにRichard S. BOARDMAN 博士，G. Arthur COOPER 博士，Richard E. GRANT 博士から多くの御援助をいただいた。またアメリカ自然史博物館 (American Museum of Natural History, ニューヨーク) では Norman D. NEWELL 博士から南米アンデス地域の上部古生界の研究に関し，貴重な御意見をいただき，かつまた同氏らがかつて Copacabana Group から採集し記載した化石のタイプ標本のすべてを見る機会を与えて下さった。以上の方々に厚く謝意を表する。

現地ペルー国では，在ペルー日本大使長崎弘閣下をはじめ大使館員の方々，在ペルー中央日本人会々長橘田正三氏，同事務局長仲田忠司氏をはじめ会員の方々に，また，ボリビア国では，在ボリビア日本大使林屋永吉閣下をはじめ大使館員の方々，日本航空 KK ラパス支店長田中武志氏御夫妻，サンアンドレス大学客員教授根建心吴博士，その他多くの方々から多大の御支援を受けた。この機会に心からお礼を申し上げる。

この調査の準備等にあたっては，千葉大学理学部前田四郎教授，川辺鉄哉氏から細部にわたって御注意，御指導をいただいた。厚く感謝の意を表する。

本研究は文部省科学研究費助成による海外学術調査であり，当局関係者のきめ細かい御配慮に対して厚く謝意を表する次第である。

II. 調査の目的

南米，とくにペルー，ボリビアの上部古生界に関しては，NEWELL (1949) や NEWELL, CHRONIC and ROBERTS (1949, 1953)* による研究が著名である。

NEWELL ら (1953) は，ペルーの上部古生界を上位から下位にむかって次のように区分した。

PERMIAN

Mitu Group — Feet

Red beds and volcanics; maximum thickness about……12,000

Disconformity, with local discordance

PERMIAN and PENNSYLVANIAN

Copacabana Group

Massive limestones and black shales; maximum about……6,300

Disconformity,with local discordance

PENNSYLVANIAN

Tarma Group

Thin limestones and black shales; maximum about……6,900

* NEWELL, CHRONIC and ROBERTS の1949年の論文と1953年の論文は内容が全く同じである。そこで，以後，先取権が問題になる場合を除き，筆者（坂上）の手元にある1953年の論文だけを引用することにする。

Disconformity

MISSISSIPPIAN

Ambo Group

Dominantly sandstone with thin black shales and coal, full thickness unknown, exceeds ··· 2,700

Disconformity

Maximum composite total ··· **27,900**

PRE-MISSISSIPPIAN

Excelsior Group and Cabanillas Group

Tens of thousands of feet of dark-gray of black shales and quartzites, generally unfossiliferous, but known to include middle Ordovician and lower and middle Devonian.

そして，NEWELL らは，南はボリビアとの国境にある Titicaca 湖に突出する Capacabana 半島から北はエクアドルとの国境近くの Cerro Prieto, Amotape Mts. までの19の地域で詳細な層序を組立て，そこから採集した海棲動物化石（紡錘虫，腕足動物，こけ虫動物，軟体動物，棘皮動物）の分類学的研究を行なった。

今回の調査は，上記 NEWELL ら（1953）の行なった研究を参考にして，さらに詳細な生物層序学的研究を行なおうとするものであった。

研究代表者である坂上は，これまで日本および東南アジア（タイ，マレーシア），さらに中近東地域（トルコ，イラン，パキスタン）の二畳紀こけ虫化石の研究を続けてきており，かなりその全容を明らかにしてきた。南米の上部古生界からのこけ虫化石は，これまで BASSLER（1936，新属の記載として1種）と CHRONIC（NEWELL ら（1949, 1953）の論文中，2新属を含む18種）によって記載されている。しかし，BASSLER によるものはその属の所属や時代の再検討が必要であるし，また，CHRONIC によるものは腕足動物や軟体動物などの化石を研究するために珪質化した標本を酸により処理した際に同時に得られたものなので，こけ虫化石の表面の観察のみで薄片による内部構造の観察がなされておらず，必ずしも正確な同定がなされているとは言えない。したがって CHRONIC によるこけ虫化石の研究は薄片による再検討が必要とされる。また，従来の南米地域の後期古生代化石群の研究では，北米大陸におけるそれとの関連性が強調されており，旧大陸におけるそれとは非常に異なった内容のものであると考えられている。しかし，最近とくに支持を得てきている大陸移動説によれば，古生代後期の頃は現在にくらべ相互の位置はかなり接近していたと考えられるので，両地域における化石動物群集は案外密接な関係が見い出されるかも知れない。そのような観点から，南米における古生代後期（今回はとくに二畳紀）の化石群集を世界的視野において検討する必要があると考えた。また，紡錘虫化石は精度の高い地質時代の検討には欠かすことができないので，その採集にも注意をはらった。

柳田はこれまで日本，東南アジア地域における石炭紀および二畳紀腕足動物化石の研究を継続してきており，南米産のそれとの比較検討を行なう目的でこの調査に参加した。NEWELL ら（1949, 1953）は，58種の腕足動物化石を記載したが，前述の古地理を考慮にいれ新しい資料を加えてこの化石群集の再検討を行なえば，より多くの成果が期待できる。坂上と柳田は，これまで3回にわたって東南アジアへの調査で行動を共にし，それぞれの専門とするこけ虫動物化石と腕足動物化石が共存する場合の多いことを体験しており，今回の調査でも例外ではなかった。

加瀬は日本の後期中生代の腹足類化石を研究中であるが，今回は主として軟体動物化石の採集を担当した。中南米地域の後期中生代軟体動物化石，とくに腹足類については STEINMANN（1929）とその他若干の研究があるだけで，まだ殆んど未開拓である。古生物地理の立場からはその特性を明らかにする必要

がある。また最近とくに，白亜紀中期（とくにアルビアン）から現代的な肉食性の新腹足目の種群の出現がみられる。しかし，いまのところ新腹足目の種群がいかなるグループのものから由来したかが不明なので，そのためにも初期のものを明らかにする必要がある。日本では白亜紀中期の地層の分布がせまく，また限られた環境に堆積した地層しかないためか，新腹足目に属する種が知られていない。中南米地域には化石を豊富に含む白亜紀中期の地層が広く分布しているので，上述のような問題を解決するために軟体動物化石の採集に努めた。

長井は石灰岩堆積学を専攻しており，現地ではルートマップ作成にあたって露頭の観察・記載などをおこない，主に石灰岩の岩相調査のための標本採集に努めた。

古生物の進化系統を調べる場合，化石を単に露頭から（点として）採集するのではなく，同類の化石がなるべく多く産するルートを（線として）見い出して，そこでの層序を確立し，各層準ごとにどのような化石が含まれるかを確かめながら採集を行なわなければならない。これがすなわち生物層序学的研究であって，今回の現地調査は上記のような方法によって，古生物の正しい系統分類を明らかにするのがこの研究の目的のひとつである。

さらに，古生代後期における古地理を考察する場合，プレートテクトニクスによる大陸移動説のひとつの裏付として，古生物学の果たす役割が考えられる。すでに述べたように，従来南米地域の古生代化石群集はほとんど北米地域のそれに比較されているが，当時の地理的関係を考えると，案外東南アジアや中近東のものとの関連性があるのではないかと思われる。これらを解決するのが本研究の目的でもある。

III. 日程とその概略

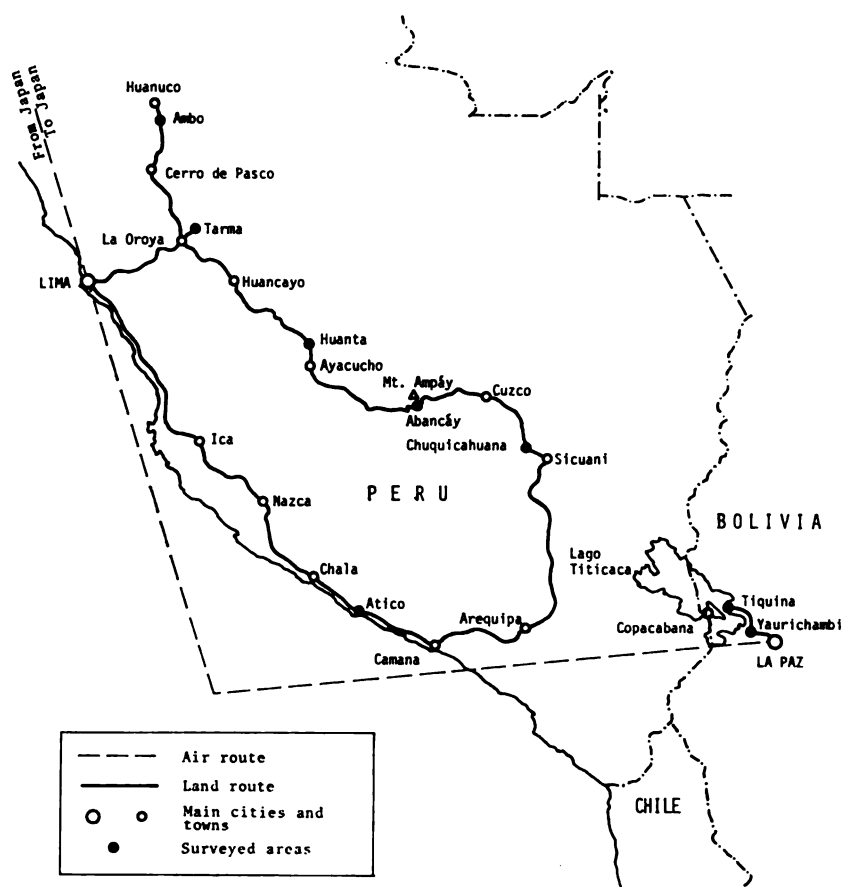
ペルー，ボリビア両国内での行程を第1図に示す。

9月15日，われわれのうちの4名は成田空港を出発し，Los Angeles 経由で17日，Lima に到着した。18日から INGEMMET で所長 F. SOTILLO 博士らに挨拶，参考資料の蒐集，標本の観察研究，野外調査の日程検討，打合わせなどを行なった後，9月22日，アンデス地域への調査旅行に出発した。Lima→Tarma（2泊）→Huanuco（2泊）→Tarma（1泊）→Huancayo（2泊）→Huanta（2泊）→Ayacucho（1泊）→Andahuaylas（1泊）→Abancáy（8泊）→Cuzco（3泊）→Sicuani（1泊）→Arequipa（1泊）→Nazca（1泊）→Lima の行程で，10月18日 Lima に帰着。当初の予定では10月23日にペルーからボリビアに向かう計画であったが，ボリビア国内の情勢悪く，調査が不可能であるとの在ボリビア日本大使館からの連絡があったため，ペルーでの滞在を延期し，10月30日にボリビアへ向けて出発することとした。そのため，10月22日から26日迄を Lima の南東約600km の Atico 地域の調査にあてた。かくて，ペルーでの全調査日程を終え，27日から29日迄の3日間は採集標本の整理，箱詰，発送手続などの作業，各方面への挨拶に費やされた。

10月30日，坂上，柳田，加瀬，長井は次の訪問国ボリビアの La Paz に向かった。翌31日，GEOBOL に出向き，副所長 L. RUIZ 博士らに訪問の挨拶をした後，地質図などの文献資料を購入したり，今後の調査についての打合わせを行なった。11月1日と2日は GEOBOL の特別な配慮で，ラパス西北西約50km に位置する Yaurichambi の小丘および Titicaca 湖畔の Tiquina への予備調査を行なうことができた。

坂上と柳田は11月2日夜ラパスを発ち，ワシントン（スミソニアン国立博物館），ニューヨーク（アメリカ自然史博物館）でそれぞれ化石の比較研究，討議をおこない，11月10日に帰国した。加瀬，長井は11月4日夜ラパスを発ち，6日に帰国した。

IV. 調査の概要

今回の調査は NEWELL ら（1953）がペルーで行なった研究結果を参考にして，さらに詳しい生物層序学的研究，とくに研究代表者（坂上）としては NEWELL らが本格的にはほとんど着手していなかった分

第1図 ペルーおよびボリビアにおける野外調査行程図
Fig. 1 Map showing the journeys for field survey in Peru and Bolivia.

野であるこけ虫化石の研究を行なうことがその主要な目的であった。そこで，NEWELL らが踏査し層序を確立した19の地域について，その記載を検討して精査地の選定を行なった。その結果，こけ虫化石などの産出がもっとも期待できる地域は Cerro Ampáy (NEWELL らの Section 7)，Pasaje-Picchu (同 section 8)，Huanta (同 section 9) の3カ所であろうと予測し，それらの地域の地層の実測調査を行なう計画をたて調査した。

Tarma 地域，Ambo 地域では，それぞれ Tarma Group (Pennsylvanian)，Ambo Group (Mississippian) の模式層の観察と化石の採集を行ない，また，これらの地域に露出している Mitu Group (Upper Permian)，Pucara Group (Upper Triassic) などの地層の観察と化石採集を行なった。また，Oroya 南東約15km の国道沿い，およびHuancayo の南南西約22km の Animas 部落南部道路沿いに露出する下部白亜系上部（アルビアン中期）と考えられている白色石灰岩から軟体動物化石を採集した。

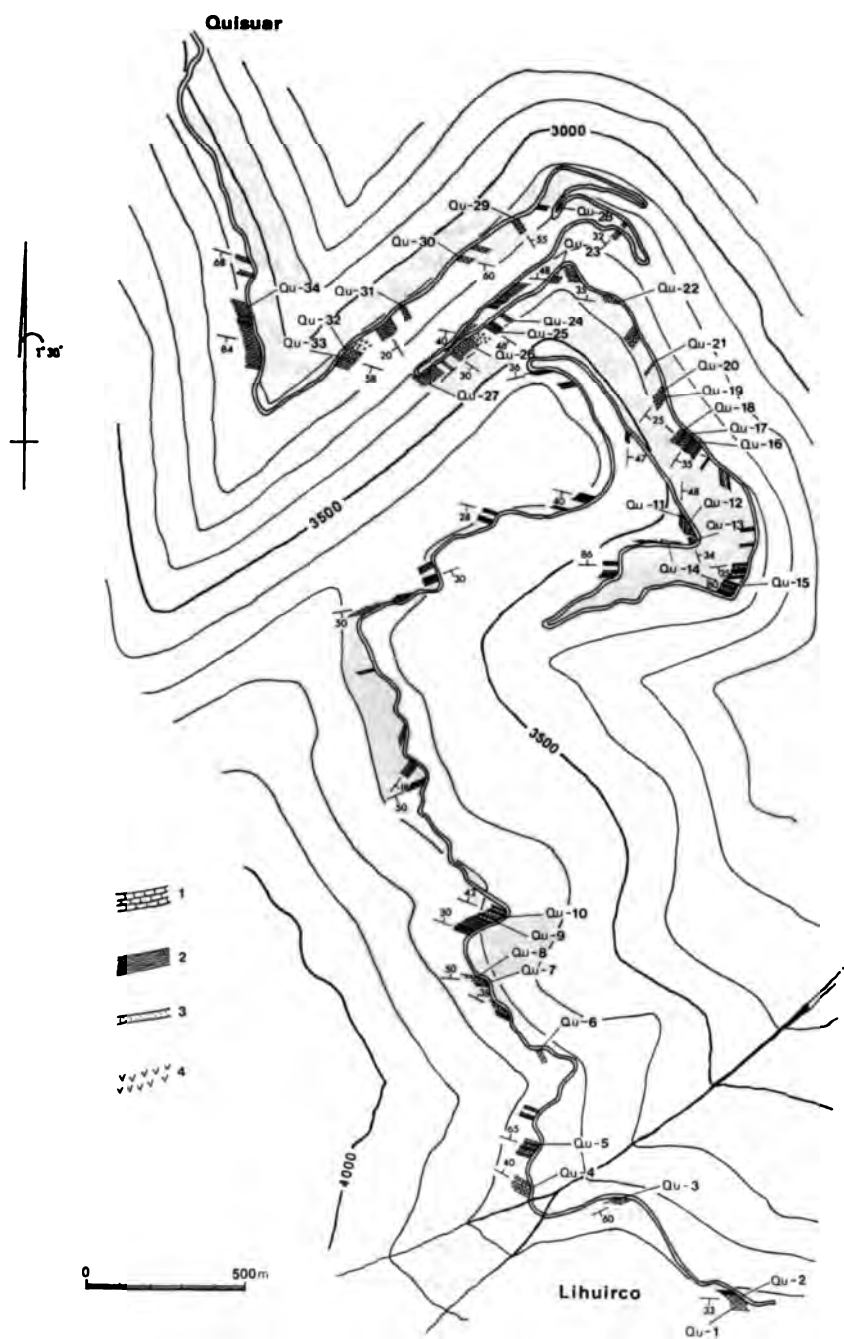
さて，Huanta 地域について NEWELL ら (1953) は，Huanta の北東約15km, Rasuvilca hills における Huanta 向斜の東側に露出する地層を観察測量している。われわれは Huanta の北東約 11 km の Chacacocha 湖から Rasuvilca hills を登攀して調査を行なったが，そこには Mitu Group（一般走向 N70°E，傾斜40°S）が分布するだけで Copacabana Group の岩石は転石すら認められなかった。Mitu

第2図　Ampáy 山北部 Lihuirco-Quisuar 間のルートマップ
1. 石灰岩および泥質石灰岩，2. 頁岩，3. 砂岩，4. 脈岩。

Fig. 2　Geologic route map along Lihuirco to Quisuar, northern part of Mt. Ampáy. 1. limestone and muddy limestone, 2. shale, 3. sandstone, 4. dyke rock.

Group の走向，傾斜から考えて Copacabana Group は Rasuvilca hills の北東斜面に露出するものと考えられる。Huanta 地域の Copacabana Group を精査するためにはキャンプの装備が必要であることがわかり，今回は調査を断念した。

Abancáy 付近で，NEWELL ら（1953）は2つのセクションを設定して調査を行なっている。ひとつは(1) Cerro Ampáy で，下部は Ampáy 谷における Rodriguez, Abancáy 北北西約7 km 地点において，上部は Puquio 地区北西，Ampáy 山の東斜面の Iglesas と Abancáy の北10 km 地点において測定されたものを総合したものである。他は(2) Pasaje-Picchu で，Abancáy 北西20km の Pasaje から Abancáy の西17km 迄を測定したものを総合したものである。(1) は Abancáy からごく近いところであるが，NEWELL らによると Copacabana Group の全層厚は6,248 feet に達し，こけ虫類や腕足類の化石の産出は(2) にくらべてすくない。一方，(2) では Copacabana Group の全層厚が2,223 feet で比較的薄く，こけ虫類，腕足類化石を多産する地層を著しく多く夾んでいる，と記述されている。そこで，われわれはできれば，(2) の Pasaje-Picchu のセクションを精査したいと考え，そのルートについて検討したが，このルートは自動車の入れる道がなく，日帰り調査を行なうことは全く不可能であることがわかり，調査を断念せざるを得なかった。

写真1　Abancáy 北方 Qu-10地点から北に向って Lihuirco-Quisuar ルートの景観
Photo 1　Landscape from near Qu-10 to the north, Lihuirco-Quisuar route, showing the hairpin turns in road.

そこで，われわれは地質図幅「Abancáy」(10万分の1）を見て詳細に検討した結果 Abancáy 北方約11km の Lihuirco 部落から直線距離で北北西約4.5km の Quisuar 部落までの道路沿い（実測距離にして約12 km）を精査し，2,500分の1のルートマップを作成し，各露頭のスケッチとあわせて Copacabana Group 全体の柱状図を作成することにした（第2図）。

調査は，主に坂上，柳田，加瀬が間縄張りを行ないながら化石の採集に努め，長井がルートマップを作りながら露頭の観察，記載ならびに岩相解析用試料の採集を行なった。化石はルート全体を通じてかなり豊富であり，合計34カ所の露頭から多くの紡錘虫，こけ虫，腕足類，その他の化石を，150カ所から岩相解析用試料を採集した。ルートマップを見てわかるように，ルートを通じて露頭があまりよくないこと，急峻な地形のため道路が極端に曲りくねり（写真1），地層の重複が考えられることなどから，正確な1本の柱状図を作成するには，持ち帰った化石，岩相解析用試料を検討した上でなければできない。

写真2　Abancáy 北方 Lihuirco 部落付近の Qu-5 の石灰岩と頁岩の互層露頭。枝状群体のこけ虫化石を多産する。番号下のスケールは全長1m.
Photo 2　Outcrop of alternation of limestone and shale at Qu-5, near Lihuirco, where ramose bryozoans are abundant. A scale shows 1 m.

現在のところ，Lihuirco-Quisuar ルートの Copacabana Group はほぼ中央に WNW-ESE 方向の向斜軸が存在し，軸に近い所（すなわち上位）程頁岩層が優勢となり，軸から遠ざかる（すなわち下位）程石灰岩層に富むようで，次のように区分できると考えている。

上部層：ほとんど頁岩だけからなる（本地域の中央部）。

中部層：頁岩と石灰岩との互層からなる（南側の Qu-1 から Qu-10 までと，北側の Qu-11 から Qu-18 までの部分）。

下部層：ほとんど石灰岩だけからなる（北側の Qu-19から Qu-34までの部分）。

Lihuirco-Quisuar ルートの精査を終えた後，われわれは Cuzco から Sicuani へ通ずる国道約80kmの Hda. Chuquicahuana 南西3kmの地点で化石採集を行なった。そこは，NEWELL ら（1953）が"Section 4. Pirhuate"として調査したところで，同氏らによると，Copacabana Group は下位はデボン系と，上位は二畳系の Mitu Group とそれぞれ非整合で接し，全層厚は2,368feet であると言う。われわれの概査では，Copacabana Group は走向ほぼ東西，傾斜南65°を示し，最上部に近い青灰色石灰岩から夥しい腕足類化石を少量の紡錘虫化石と共に産し，それらの腕足類は珪質化しており，風化面に突出している個体が多く発見された。

ボリビアでは，既に述べたように本格的な調査をすることができなかったが，Yaurichambi と Tiquina で露頭の観察をする機会を得た。

最近，URDININEA and YAMAGIWA（1980）は Yaurichambi の Jacha Khatawi 丘での Copacabana Group の古生物学的研究第1報として紡錘虫による生層序とその記載を公表したが，われわれの観察でも紡錘虫，サンゴのほか，こけ虫，腕足類，巻貝類などを夥しく産することを確認し，今後更に調査研究する必要のあることを痛感した。

Tiquina では石炭紀植物化石を含む白色砂岩層を観察した。

写真3　Abancáy 北方 Quisuar 部落付近の Qu-34の石灰岩露頭。腕足類化石を多産する
Photo 3　Outcrop of limestone at Qu-34, near Quisuar, where brachiopods are abundant.

V. 結　言

以上，今回のアンデス中部地域の古・中生界の現地調査の概略を述べたが，ペルーで採集し別送した化石を含む研究資料類は木箱10（風袋共で約850kg）で，これらの標本の整理（整形，薄片製作などを含む)にはかなりの日時を要する。これらは，それぞれの研究分担者によって研究が終了したものから逐次その結果を公表する予定である。アンデス地域の地質調査は日本からの4名にとっては初めてであったが，かなりの成果をあげることができたと確信している。しかし一方，野外調査のための計画や準備が必ずしも十分であったとは言えないこともあった。そこで，反省を含めて今後の研究をすすめる上の留意点を述べて結言としたい。

1) 調査時期の問題

今回のアンデス地域での調査は9月下旬から11月初旬にかけて行なわれた。南半球に位置するペルー，ボリビアでは「春先き」にあたるが，緯度から言えば熱帯地域である。そのため，アンデス山地では3,000m～4,000mの高地であるにも拘らず気温はその割に低くない。因みに，理科年表（1981年版）によれば，Cuzco（海抜3,312m）では月平均最高気温が14.5°C（11月）で，最低気温は10.3°C（7月）であり，La Paz（海抜3,632m）では最高気温が12.5°C（11月）で最低気温は8.0°C（7月）である。したがって，気温に関しては野外調査をする上ではあまり心配はないと言える。

問題は降雨であって，今回の調査中，終日降雨に見舞われたのは全日程中1日だけだったが，調査の後半，帰路夜間になって深い霧と雷を伴う雪に遭遇したことが何度かあった。理科年表（1981年版）によると，Cuzco でも La Paz においても月平均で降水量のすくないのは5月から9月（5mm～28mm）にかけてであり，その前後は降水量が徐々に増え，1月ではそれぞれ163mm，114mm と年間の最多量を示している。したがって，アンデス地域の地質調査に最も適する時期は5月乃至9月である。

2) 野外調査の方法

今回の調査（ペルー）はランドローバーを使用して移動し，調査地域最寄りの町に宿をとって日帰り調査を行なったため，かなりその行動範囲が制限された。将来，更に詳しい調査を実施するのであれば，キャンプのための準備，それらを運搬するための馬，ロバなどの現地調達を考慮する必要があろう。しかし，そのためには肉体的にも，また経済的にもかなりの負担を覚悟せねばならない。

一方，ボリビアに関しては，将来の地質調査について検討したが，キャンプを必要としない地域で成果の期待できる調査が可能である見通しがたっている。

3) 採集資料の国外持出しの問題

ペルーでの採集資料の国外持出しに関しての交渉は，われわれと INGEMMET との間で非常に円滑に行なわれた。したがって，今回われわれの採集した化石，岩石などは無条件で別送することができた。しかし，道義的には，研究済みの標本のうち模式標本以外の同種の標本があればそれを整理して産出国の関係機関に返送し保管を依頼するなどの心遣いが必要であろう。

ボリビアでは現在，考古学的資料はもとより，化石資料についても国外持出しは原則的に禁じられている。しかし，われわれの現地調査について GEOBOL は非常に好意的であり，当局の努力で化石類の国外持出しに関して，当局が研究上必要と認めたものについてはその都度申請すれば許可が得られる。

いずれにしても，将来とも友好的な協力関係を維持して調査研究を行なうためには，資料の持出しに関して十分慎重に対処していかなければならない。

4) 政治的問題

ペルーは現在，政情が安定しており，野外調査をする上で何んらの支障はない。ペルーには約7万人の日系人が活躍しており，対日感情はきわめて良好である。

ボリビアは，しばしば政変があり，政情は安定しているとは言えない。1980年7月にはクーデターが起り，われわれがボリビアを訪問した時は戒厳令下であった。La Paz 市内のサンアンドレス大学は軍隊によって封鎖されており，夜11時以後の外出は禁止されていた。しかし，ごく最近の情報では，政情はかなり安定してきている由である。ボリビアでの対日感情もきわめて良好である。

参考文献

BASSLER, R. S. (1936) : Nomenclatorial notes on fossil and recent Bryozoa. *Jour. Washington Acad. Sci.*, Vol. **26**, 4, pp. 156–162.

NEWELL, N. D. (1949) : Geology of the Lake Titicaca region, Peru and Bolivia. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. 36, 111 pp., 17 pls.

——, CHRONIC, J. and ROBERTS, T. G. (1949) : Upper Paleozoic of Peru. *New York*, 241 pp. (手元にないが，内容は次の論文 (1953) と全く同じである).

——, ——. and ——. (1953) : Upper Paleozoic of Peru. *Geol. Soc. Amer.*, Mem. 58, 276 pp. 43 pls.

STEINMANN, G. (1929) : Geologie von Peru. 448 pp., 9 pls., *Heidelberg*.

URDININEA, M. and YAMAGIWA, N. (1980) : Palaeontological study on the Copacabana Group at the Hill of Jacha Khatawi in the Yaurichambi area, Bolivia, South America, Part 1. Fusulinids. *Prof. Kanno Mem.* Vol., pp. 277–289, pls. 31–33.

(1981年3月7日受理)

地学雑誌 90, 5 (1981)

17世紀中葉オランダの東インド通商圏

科 野 孝 蔵*

The Dutch Trade Area of the East Indies in the Mid-seventeenth Century

Kozo SHINANO

Abstract

It is a well-known fact that the Dutch people were the most active in the world trade in the mid-seventeenth century. For their East Indian trade they established the Dutch East India Company which was granted the monopoly of the trade by the Dutch Government. Their main purpose was to obtain pepper and other spices, the most important trade articles at that time, in the East Indies and supply them to the Western Europe where there was a great demand for them.

Encountering strong resistance of trade enemies, such as Portuguese, English and even natives there, the Dutch had been extending the area of their trade gradually and in 1650 it covered from Mocha in Arabia through Persia, India, Siam, China, Taiwan to Japan. This area was not "un espace homogène" but "un espace polarisée".

The whole business was managed by the supreme organization named "Heeren XVII" (Seventeen Gentlemen) at the head office in Amsterdam. In the East Indies "Gouveneur-Generaal" (Governor-General) at the main office in Batavia supervised all the factories which were located in the main trading posts there. They tried to sell the goods imported from Batavia at the highest possible prices and, in return, obtain the produces in demand as much as possible and ship them to Batavia.

At the port of Batavia her traffic was heavy with ports located in Java, Sumatra, etc. But the vessels used there were small-sized, while those used for the Netherlands or Japan were pretty large-sized. So the volume of her trade with each port is hard to be estimated only by the numbers of the vessels in-and-out the port of Batavia. There was traffic throughout the year between Batavia and ports in Java and Sumatra, but her traffic with the Netherlands or Japan was seasonally restricted, as the ocean-going sailing boats had to rely mostly on the Monsoon in the ocean. (Ref. Table 1).

Table 2 shows the names of the articles arrived at or left the port of Batavia in 1636. The majority of the imported goods were re-exported from Batavia; pepper and other spices being shipped for the Netherlands and the Chinese manufactures and the Indian cotton textiles for many other places in the East Indies. In order to obtain

* 市邨学園短期大学 Ichimura Gakuen Junior College

spices in Molucca Islands, the Dutch had to deliver the goods demanded by the natives, since the money was not used in transaction by them. So the Dutch tried hard to obtain the necessary goods somewhere else in the East Indies. Consequently, the trade among the countries in the East Indies was also important to the Dutch in addition to the trade with their homeland.

In Table 3 are listed the names of the main factories with their respective business results. Not all factories could make profit. It looks that the factories which were more active in importation than in exportation made good profit in general.

The Dutch trade in the East Indies seems not always so profitable as is usually considered. As shown in Table 4, the ratio of the profit to the East Indian capital (investment) was only 10% or less. There was, what is worse, some loss caused by the "perils of the seas". and yet no insurance was covered on shipment at all. Therefore, their trade was very risky at that time.

It must be mentioned that the trade was operated by a kind of "Barter" system, bringing the goods to the East Indies and, in return, collecting the produces as much as possible for the European market.

Finally their trade began to decrease and the English people came to take over the Dutch trade area, when the main trade articles changed from pepper and other spices to cotton textile around the end of the seventeenth century.

I. はじめに

北欧の一小国オランダは正に海国である。資源は少なく，国土も狭く，かつ，しばしば海水の洪水をうけていたので，彼等がその生計を海に求めたのも，環境の然らしめたところが大きいといえよう。

つとに13世紀末には，オランダ人は漁業に従事し，イギリスのグレートヤーマス沖にでかけて，鰊・鱈・ひらめ・かれいなどを捕獲していた。15世紀の初めには，漁船の大型化と漁網の改良が行われて北海深く進出していた。また金曜日を禁肉食日とするようになってからは，鰊の需要は欧州で増大し，その上，鰊の漁場が従来のバルチック海から北海へと移ってオランダ近くになったので，オランダ人は，ますます，鰊漁業に活躍した。

彼等はまた鰊の貿易にも力を入れた。鰊の塩漬や樽詰技術も発達して，北海で捕獲した鰊は塩漬けにされて南欧を始めヨーロッパの各地へ送られた。その加工材料の塩は，南欧からの帰り船でオランダ本国へもたらされた。かくて，Herring makes Holland, and Holland makes world trade といわれるようになった注1)，

このように，オランダ人は北欧と南欧とを結ぶ仲介貿易に従事していたが，ポルトガル人が東インドより香辛料その他の産物を持ち帰るようになると，オランダ人はこれらの商品をリスボンなどの港で求めて北欧へ運ぶようになり，これら東インドよりの物産は，彼等の取扱う主要商品となった。ちなみに，1636年では，200トン級の船1050隻が1年に2.5～4航海を北欧と南欧間に行き来したといわれる注2)。

たまたま，オランダ国王を兼ねていたスペイン国王フェリペ二世は，1580年以後ポルトガル国王をも兼ねるようになり，オランダの貿易活動に打撃を与えようと，オランダ船のリスボン寄港を禁止した。実際は，この禁令は有名無実に終ったようであるが，この禁令はかえってオランダ人の貿易心をかきたて，東洋への進出の気運をいっそう煽ることになった。

さて，1600年代前半オランダは黄金の世紀 de Gouden Eeuw であった。「ヨーロッパ海上貿易の半分と北欧漁業の半分以上を取り扱い，せんい産業（毛織物）も栄え，西欧商船の半数はオランダ国所属であ

り，香辛料など熱帯植民地産物取引の大部分を扱っていた注3)」のである。実に，オランダは世界第一の貿易国家に発展していた。かくてオランダ国内の経済力を背景に，東インドの物産を求めて，オランダは東インドの通商圏を拡大していったのである。

II. オランダの東インド貿易組織

もっとも，東インドへ進出を企てたオランダにとって，最初の商敵はポルトガル人であった。ポルトガル人の東インドへの進出は，ゴア1510年，マラッカ1511年，ホルムズ1515年，セイロン1517年にみられる。その貿易は，ポルトガル王室下に統制されていて，航路はポルトガル王室の独占下にあり，ポルトガル船以外の航海は禁止された。が16世紀末になると，東アフリカ・中国・日本・モルッカ諸島・バンダ諸島への航路上の通商権は功臣に期限を切って下賜されるか，国庫収入をえるために，その通商権は入札されるようになった。当時ポルトガルのドル航路と呼ばれていたマカオー長崎間の通商権をえたものはcapitaô-mor (Captain-Major) と称えられていたことは有名である注4)。

上述のポルトガルの国家独占貿易に対して，オランダでは貿易は一企業の活動であった。そして，この利潤追求の企業が，いわゆる，オランダ東インド会社である。この会社の性格は，その正式の会社名が物語っている。すなわち，オランダ連合東インド特許会社 De Vereenigde Nederlandsche Geoctroyeerd Oost-Indische Compagnie が正式な名称であり，また略称して連合東インド会社 De Vereenigde Oost-Indische Compagnie (略号 VOC) ともいった。

後述するように，1595年東インドへオランダの第1船が出帆してから，14の会社が設立されて貿易に従事し，1602年までに延べ60隻以上の船が遠征する有様で注5)，競合の弊が生じ始めたので，これらの先駆会社 Vóór Compagnien を包括的合併して貿易の独占を考えるようになった。これらの先駆会社は東インドにおいては，競って物産を求めたので仕入値をつり上げ，また母国では，とくにアムステルダムなどでは入札の方法で販売されたことが多く，東インドよりの着船が重なるときは，値下がりをみた。これは，後述するように，当時の船は帆船のため大洋航海には季節風を利用することが多く，おのずと母国と東インドとの航行時期が制限されていたからであった。その他の，合併を必要とした理由としては，当初は東インドへの航海知識は少ないので，お互に知識を交換して航海の安全性をはかる必要のあったことも考えられよう注6)。

この合併の件は1600年より議会にても検討されたが，順調に進まず，その間イギリスの東インド会社が1600年に設立されたので，遂にオランダでも1602年に貿易独占の会社の設立が認可されたのである。社名の一部「特許」とはこれを意味する。オランダからは東インド会社以外の船の東インドへの航行を禁ずるほか，会社が外国の国家と条約を結び，軍隊をおき，要塞を設け，貨幣を鋳造し，地方長官や司令官を任命することができた。この許可期限は21年間で，事実は1602年3月に許可され，1798年まで継続された。

なお，この特許に対しては，オランダ本国内でも有力人の反対があったし，また経済学の祖といわれるアダム・スミスも，その「諸国民の富」において「東インドへの路航の発見は，もし東インド貿易が自由であったなら，さらにいっそう有利なものであったであろう」注7)と述べていることは，注目に値しよう。

次に，東インドとは，西は喜望峰から東はマゼラン海峡にいたるまでの，この特許が付与された地域を指すものであったが，事実は1650年ごろ，その取引地域は，西は喜望峰と紅海のモカ，東はニューギニア，南はジャワ・チモール，北は日本にわたる地域であった注8)。この項目については後章に譲りたい。

この東インド会社は「特殊の目的のために同盟せる6自治団体の連合組合」ともいわれ，「国家内の国家の観」があるとの批判もあった注9)。が上述のように，先駆会社の包括的合併されたものであり，各会社の重役が，この連合会社の重役に就任したため，重役数が73人になったので，そのうちから17人が選ばれて最高機関を構成した。いわゆる17人重役会，Heeren XVII であって，その主要任務は，配当額の決定，営業方針の決定，商取引の具体的指示，艤装の手配であった。

東インド通商圏内には，主要な取引地に，会社の支店ともいうべき商館 Factorij が設置された。商館はまた Loge, Comptoir とも呼ばれ，事務所・社宅・倉庫よりなり，その設置の目的は，その地方の物産を買い集めて，オランダ船が引きとりに来るまで保管し，また，オランダ船がもたらした舶載品を有利に販売することであった。そして，各商館での営業活動を記載する商館日記 Dagh-Register や複式簿記方式で処理された会計帳簿が作成されていた。かくて商取引の有利な地方に商館が設置されたが，不利となれば閉鎖されることもあり，商館の分布は一応オランダの東インドにおける通商圏を示すものといえよう。なお，政情不安な地や軍事上，必要な地方の商館には軍隊がおかれ，要塞をも設けられていた。

これらの商館には，オランダ本社から派遣された商務員や外科医などが居住し，雑用には現地人も採用された。商館の長には，長官 Gouverneur, 理事 Directeur, 商館長 Opperhoofd が，それぞれの地方の情況に応じておかれた。会社が主権力をもつ植民地の商館の長には長官が，ただ単に商取引のみの商館で，そこにオランダの植民地のあるところでは理事が，植民地のないところ例えば日本の商館には商館長がおかれていた。これら商館の長は一切の商取引を統轄するほか，政治的な面でも活動をした注10)。

商館が多くの地方に設置され，商取引の量も増大すると，これらを統轄する，現地の機関が必要となり，バタビアに総督 Gouverneur-Generaal が1620年におかれ，それまでに設けられていたインド参事会議 Raad van Indië とともに一般の政治にも参与した，そして，東インド貿易は，原則として，バタビア本社を通して行われることになり，東インドの各地とオランダ本国との直取引はみられないようである。事実，日本から発送された貨物の送り状は，バタビア本社宛であり，また日本へ到着した貨物の送り状は，バタビア本社で作成されているが注11)，これはその一例を示すものである。

III. オランダの東インド貿易政策

すでに述べたように，オランダ東インド会社は特許会社であるとはいえ，一企業であり，重役には株主への利益配当が第一の関心事であった。そのため彼等は貿易の独占を狙ったのである。何故なれば，高利益をあげるためには「安く仕入れて高く売る lage inkoop en hooge verkoop」のがモットーであった。それまでのオランダ本国では「薄利多売 groote omzet, kleine winsten」が一般に実施されていたが，価格は需要と供給によって定まるとの経済の原理が17世紀には認められ注12)，殊にこしょうのような高価品には，この原理が強く働くことが知られていた。事実，オランダ本国と東インドとの間の長途の輸送には，莫大な費用と多くの危険を伴うので，彼等は高価な商品を必要とし，彼等の東インド進出の主要な目的物であった，こしょうや香辛料注13) は，正しく彼等にとっては好適な商品であった。

さて，当時の西欧における「こしょう」などの需要は大きく注34)，東インドからオランダ本国へ送られた商品の総額のうちで，「こしょう」の占める比率は，1619—1621年，56.4%，1648—1650年，50.3%であり，香辛料は，それぞれ，17.5%，17.8%に達していた。このようにこれらの商品は少なくとも1650年までは，その需要が大きかったので，彼等は供給を統制することによって，いっそうの利益をあげようとした。事実，1599年オランダ人の「こしょう」の供給独占により，ロンドンにおける「こしょう」1ポンドの価格は3.5シリングから6～8シリングに急騰したのである注14)。この事実が，イギリスにおける東インド会社の創設を早める原因になったといわれるほどである。

さて，こういった供給の独占をえるために，彼等はポルトガル，スペイン，イギリスなどの外国人の東インドへの進出を妨げ，または駆逐する必要があった。そして，物産入手のため貿易ルートを確保すべく，先ずその支配を港に，ついで狭い範囲の海岸線へと拡げた。もとより，彼等は領土を望むものではなく，会社自身の貿易地盤として，香辛料の産地モルッカ諸島の確保を望んだのである。

しかし，現実としては，これら他国人との争いにおいては戦争が行われた。したがって，当時の東インドにおける貿易は戦争を意味し，装備費は貿易の利益から支出されねばならなかった。「戦争なくして貿易はなしえず，貿易なくしては戦争はなしえず」とバタビアの第二代総督クーン Jan Pieterszoon COEN

は記している注15)。そして，この行動の地盤としてバタビアを根拠地としたのである。

このようにして，生産地の確保を達成すると，時には市場での商品の過剰を防ぐために，生産自体の制限をも行った。例えば，アンボイナ島において1656年12万本の丁子を植付け，さらに2年後には6万本を植付けたが，1667年にはこれ以上の植付を禁止，1692と1697年には丁子の株は切り倒された。これは，この間に丁香の生産は過剰となり，他方，イギリス人やフランス人が自己の領地に香辛料を栽培したのでオランダ人の独占は破られたからであった注16)。

上記はオランダ本国と東インドとの交易であるが，東インド内の諸国間の交易も，貿易政策の基本的原則の一つであった。この交易は，もちろん，古くから現地人によって盛んに行われてきていて，これらをも駆逐しようとはしなかった。いわば共存共栄の形で，東インド内の交易にも，仲介貿易者として，参加した。これは，もちろん，各国間の需要供給を充たすほかに，東インドの物産を本国へ送るためにも，必要であった。すなわち，その本来の目的物たるこしょうや香辛料を生産する地域では当時まだ通貨の流通はみられず，これら物産を入手するためには，現地人の需要した銀（商品として）と綿織物とが必要であった。オランダ本国では，これらを生産しないので，これらを東インド内で求めたのである。例えば，綿織物はインドから，銀は日本から（但しある一定の期間のみ）入手した。そして，銀を求めるために，中国などの生糸を日本へ運んだのである。かくて，生糸—銀—香料といった具合に，中国と日本とモルッカ諸島とオランダ間で交易が行われたのであった。

もっとも，彼等は必ずしもに本国よりの注文を優先的には考えず，例えば生糸の需要が，日本とオランダ本国間でかちあうときは，日本を優先的に取り扱うよう17人重役会の指令が出されていた。いずれにしても，17世紀前半までは，こしょうや香辛料が第一の重要商品であり，これらを入手するため，東インド内の諸国間の交易も彼等にとっては，必要な活動であった。

IV. オランダの東インド進出

しかし，オランダの東インドへの進出は容易ではなかった。当時オランダ人は東インドへの航海事情に疎く，またポルトガル人はかかる知識を極秘にしていたので，オランダ人の東インドへの進出の願いは叶えられなかった。ところが1583年以来数年間インドに留まり，土地と住民とをよく研究したリンスホーテン Jan Huighen van LINSCHOTEN が1592年末にオランダに帰って著者2冊を出版した。その一つは，有名な「東インドすなわちポルトガル領インドの航海誌 Itinerario Voyage ofte Schipvaert naar Oost ofte Portugels Indiën」である。彼はインドの土地，住民，言語および貿易を詳述し，さらにポルトガル人は失政のため現地人より憎悪されていることを指摘し，インドにおけるポルトガル人の勢力はオランダ人の想像するほど強大ではないことを明らかにしたのである注17)。このリンスホーテンの著書は直に東洋への渡海熱を煽り，アムステルダムの商人は東インド貿易，特にモルッカ貿易を調査するため人をポルトガルへ送った。この人はハウトマン Cornelis de HOUTMAN であって，後に第1回東インドへの航行に参加した。

これより先，オランダではポルトガル人との競合をさけるため，北の通路すなわちアジアの北を廻ってインドに達しようと試みた。これはまた極めて険悪な喜望峰の風波をさける利点もあった。そのころ，シベリアの北海岸がオビの河口より東南へ屈曲していると考えられていて，南方航路よりも短かいとすら信じられていた。しかし，この企ては度々行われたが，失敗に終っている注18)。

さて上述のハウトマンを事務長とする第1回の航行は1595年4月2日オランダのテクセル港を出帆した。そして14カ月を要して1596年6月23日ジャワのバンタムへ入港した。しかし，充分な帰り荷もなく1597年8月航隊はテクセルに帰った。利益は見るべきものはなかったが，自力で危険極りない航海をなしとげたという点で彼等は本国で大いに歓迎された注19)。その後，度々の航行が企てられたことは上述のとおりである。

東インド会社設立後，最初の船隊は1602年に出帆した。そしてジャワではバンタムに商館をおいたが，その後バンタム王の圧迫をうけたので，ジャガトラ領主の許可をえて1610年ジャカルタにも商館を設けた。その後ここを東インドの main office としたが，1621年3月4日正式にバタビアと命名した。このころになると，ポルトガルの勢力は衰え，商敵はイギリスとなっていたが，イギリスの勢力もまだ弱く[注20]，オランダはこの地方でも最盛期を迎えることになる。

その間1605年にアンボイナを獲得した。これはオランダの最初の領土であった。その後チドール，テルナーテなどの占領を試み，失敗をくり返しながらも香辛料の島々を次々と占領するに従って香辛料貿易は会社の手に落ち，その占領した各地において現地人や他の外国人の凡ゆる貿易を禁じ，また香辛料の兜渡し値段も確定した，しかし，利益を奪われた現地人はオランダに反抗することもあり，また密貿易も盛んとなって，独占貿易は，必ずしも，うまく進まなかったようである。

ともあれ，1653年には会社は牢固たる勢力をもっていた。「その主権者として領有した地域と島嶼は，バタビアとその周辺および山地，インボイナ，バンダ，ソロル諸島と同方面の他の島々，マラッカとその周辺の地，セイロン島のネゴンボとガレ付近の地，モーリシャスおよび喜望峰のテーブル　ベー周辺の地であり，またテルナーテ，ブールー，セラムなどにおいても，主権はなかったが，領主との条約により大なる勢力をもっていた。最後に，アラビアのモカよりペルシャ湾，マラバールおよびコロマンデルの海岸，ベンガル，シャム，マラッカ，トンキンを経て日本にいたるまでの間に多くの商館が設けられていた[注21]。」

V.　経済空間としての東インド通商圏

上述の商館分布地域は，一応，通商圏とみなされる。これらの地域は，また一つの経済空間 een ekonomie-ruimte である。ただし，この経済空間は同質空間 un espace homogène ではなく，分極空間 un espace polarisée である[注22]。前者が空間内の同じ性質をもった小地方単位の集合であるのに対し，後者は異質なものであり，ここで基準になるのは，「同質性」ではなく「機能性」である。この異質な空間では，「その各部分空間は補完的であり，支配的な中心極との交易が近隣地域との交易よりも優勢である[注23]」。

いま，この東インド通商圏という経済空間の各部分空間の性質をみるに，日本は夥しい舶載品の輸入代金決済に大量の金・銀・銅の流出を余儀なくされつつも，天産物輸出国から軽工業製品輸出国へと離陸しつつあった。中国はすでに生糸・絹織物・磁器などの軽工業製品輸出国であったし，インドも絹・綿織物の輸出国であった。他方，シャムをはじめとする南洋諸国は香辛料・染料・薬物（薬品）・砂糖・皮革などの熱帯または亜熱帯の第一次産品輸出国であって，こういった異質な経済をもつ部分空間より成り立っていた。これはアダム・スミスが国際分業論より説明した絶対生産費差説の示す典型的な貿易パターンでもあった。

この経済空間の第2の性質は，各部分空間が交通網によって結ばれていたことである。日本とバタビアとを結ぶ幹線と，台湾より中国へ通ずる支線，バタビアより中国・南洋諸国・インドへ通ずる支線があり，ほかに不定期的に日本と広南・カンボジャ・シャムとを結ぶ支線もあったし，ペルシャへはインドへの支線が延びていた。なお，母国オランダとの間には，西欧生産物と南洋特産物が交易されて，これも主要な商業ルートであった。そして，これらのルートは，集散地バタビアから放射状に伸びていた。

第3の特性は海洋性である。海上の輸送は船舶を必要とする。かかる空間では商船隊の強弱が，この経済空間内のきずなの強さを左右する主要な要素であって，商船隊の増強が望まれたのである。事実，1657年2月1日現在東インドにあったオランダ東インド会社所属の船は160隻に上っていた[注24]。

1650年ごろの，この通商圏は，さらに政治力の点から，次の三つの地域に分けられる。

1.　バンダ島グループとその他のモルッカ諸島地方
2.　東はマカッサルとバリ，西はマラッカで包まれた海域

第1図　17世紀中葉オランダの東インドにおける交易網

3．マラッカ以西，ボルネオ以外の地域

第1の地域は6000平方哩にわたり，オランダ東インド会社の完全な支配下にあり，テルナーテ，チモール，マカッサル，セラムで囲まれている。ここでは会社の同意をえずに如何なる船も進入できなかったといわれる。北部のモルッカ地方とアンボイナには丁香が，バンダ島グループには肉ずくとメースが，産出される宝庫であった。

第2の地域はまだ占領されておらず，事実独占はなかった。この地域の物産は他の地域にも産出したので，会社はバタビアの商業に全力を集中していた。17世紀の終りごろになって，漸く主要な地を占領し，こしょうや米などの物産の一定の価格での仕入れを独占しようと試み，他に織物の独占輸入をも試みた。

第3の地域では独占は行われず，スマトラでは，こしょうをできるだけ多く入手しようと試みられた。「無いこしょうよりも高いこしょうが望ましい liever dure peper dan geen peper」の政策がとられていた。この地域にはほかに，セイロン（肉桂），マラッカ（軍要地・すず），アラカン（米と奴隷），シャ

ム（日本向け商品），トンキン（絹織物），ベンガル（衣類），コロマンデル（綿・絹織物），マラバル（こしょう），スラト（織物），ガムロン，モカ（コーヒ），台湾，日本などがあげられる。

この東インド通商圏内の拠点がバタビアであり，この経済空間の支配的な中心極でもあった。これは，また，バタビアが季節風の交差する地点でもあって，当時の海上交通の点よりみても，好適な地点であったといえよう。

VI. 1636年オランダの東インド貿易活動

上述のような，オランダの東インド貿易において，貿易活動は如何に行われたのであろうか。次に，その実態を考えたい。これに対して，よい資料を提供するものに，先きに述べた商館の日記がある。これは正しく営業日誌であって，商談の経過，船舶の出入状況，輸移出入品の品種（ただし，数量や金額は記入されていない）などを詳細に知ることができる。たまたま1636年のバタビア商館日記注25) の活字本を入手できたので，同年の実態をとり上げることにした。1636年はオランダが東インドにおいて，発展へ向いつつある年であった。

この資料より私は次の二つのテーマをとりあげる。

A．バタビア港の出入船舶について（第1表）

B．バタビア港の輸移出入商品について（第2表）

A．バタビア港と交易のあった港名は次のとおりでのる。(括孤内の数字はバタビア港との発着隻数)

ジャワ　チェリンゲン Cheringen(1)，チェリタ Cherita(2)，バンタム Bantam (162)，クラワングCrawangh(1)，インドラマヨ Indramajoe(4)，チェリボン Cheribon(13)，ロサリ Losarij(10)，テガル Tegal(35)，パカランゲン Pacalangen(16)，カリウォンゲン Calliwongen(1)，ダマク Damack (5)，ジャパラ Japara(60)，ラセム Lasem(2)，グリセ Grisse(9)，ジョルタン Jortan(30)，スラバヤ Sourbaja (15)，ブラハン Brahan(3)，コルテリング Cortelingh(5).

小スンダ　バリ Balij(5)，ロンボク Lombok(1)，スンバワ Sumbava(3)，ティモール Timor(2).

スマトラ　アチェ Atchij(2)，インドラギリ Indragiri(9)，ベンカリス Bengkalis(4)，ブラン Boelan (2)，ジャンビ Jambi(6)，パレンバン Palimban(8)，バンカ Bangka(4)，バタング Battangh(3)，インドラプラ Indrapura(1)，パリアマン Paliaman(1). タナバラ Tanabara(3)，シレバ Sillebar(5)，セレバ Celebar(10)，ジョンクラング Jonckoelang(1)，ランポン Lampon(8)，マンナク Mannack(1)，スマトラ西岸 Sumatras West(30).

モルッカ諸島 Molucos(4)　　アンボイナ Amboina(12)　　バンダ Banda(3)

ボルネオ　バンジェルマシン Benjarmassin(1)，マルタプラ Martapura(14)，コタワリング Cotuaring (7)，スカダナ Succadana(5)，カリマタ Crimata(3)，マンダバ Mandava(1)，ブングラン Bunguran (2)，ボルネオ海岸 Borneo Cust(6)

セレベス　マカッサル Macassar(1)　　オランダ Nederland(27)

ペルシャ Perzie(7)　　マラッカ Malacca(2)

インド　スラト Suratte(2)，コロマンデル Coromandel(5)，パリアカッタ Paleacatte(1)，マスリパタム Masulipatam(1)

アラカン Aracan(4)　　シャム Siam(3)　　パタニ Patani(1)　　カンボジャ Cambodja(5)

広南 Quinam(2)

中国 China(9)　　アモイ Aijmoij(1)　　漳州 Chincheu(1)　　澎湖諸島 Piscadores(1)

タイワン Taiowan(10)　　日本 Japan(10)

第1表 バタビア港

国名又は地名	港数		1636年												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
			隻												隻
ジャワの諸港から		着	16	2	6	23	31	39	26	16	16	13	31	9	228
〃 〃 へ	19	発	14	1	16	15	17	12	20	5	14	12	8	12	146
小スンダから		着	0	0	0	0	1	1	2		1		2	1	8
〃 へ	4	発	0	2	0	0	0	0	0	0	0		1	0	3
スマトラから		着	4	0	6	9	3	0	1	1	2	3	8	3	40
〃 へ	17	発	0	0	0	2	8	6	15	14	6	4	3	0	58
モルッカから		着	1	0	0	0	0	2	1	2	2	1	0	0	9
〃 へ	3	発	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	10
ボルネオから		着	1	0	0	1	3	9	2	2	3	1	2	0	24
〃 へ	8	発	0	0	1	0	4	2	1	0	3	2	0	2	15
セレベスから		着	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
〃 へ	1	発	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計		着													310
	52	発													232
広南（交趾）から		着	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
カンボジヤから		着	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
〃 へ		発	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
パタニから		着	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
シャムから		着	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アラカンから		着	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
マラッカから		着	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
インドから	4	着	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3	1	0	7
〃 へ		発	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ペルシャから		着	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7
〃 へ		発	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
オランダから		着	0	0	0	0	0	0	9	0	1	3	3	0	16
〃 へ		発	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11
中国から		着	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	6
〃 へ		発	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	6
タイワン，日本から		着	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	13
〃 へ		発	0	0	0	0	1	2	3	1	0	0	0	0	7
計		着	1	5	6	4	1	2	16	0	1	6	6	12	60
		発	6	2	0	1	4	6	6	2	0	0	0	5	32
不明地	7	着	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	5
		発	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4
計	63＋α														375
															268

資料：バタビア城日記1636年 De Dagh-Register gehouden in' t Casteel Batavia 1636

注）船種　スヒップ Schip：三本マストの横帆船約500トン（1000トンのものもある），ヤハト Yacht：中国沿海で用いられる平底の帆船，プラウ Prauw：マレー諸島で用いられる大三角帆と張り出し付送用のジャワの小型船，フリーガー Vlieger：オールで漕ぐ船（バタビアとバンタンとの間に多く用

発着船舶数 1636年

	船							種							計
	スヒップ	ヤハト	フライト	ジャンク	ギリオン	バロー	ワンカン	ジャンパン	プラウ	ティンカン	ランプ	フリーガー	ゴラプ	その他	
}	0	0	1	37	19	58	32	2	3	102	37	44	7	32	58.2% 374隻
}	0	4	0	2	6	1	2	0	0	0	1	0	0	1	1.7% 11
}	5	7	2	13	12	23	1	1	3	15	6	3	0	8	15.2% 98
}	8	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3.0% 19
}	2	4	2	4	4	12	2	0	3	0	2	0	0	4	6.0% 39
}	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2% 1
}	16	22	5	56	37	94	37	2	9	117	46	47	7	47	84.3% 542隻
}	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3% 2
}	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.8% 5
}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1% 1
}	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5 3%
}	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6% 4
}	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3% 2
}	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.4% 9
}	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1% 7
}	18	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2% 27
}	1	0	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1.9% 12
}	9	4	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3.1% 20
}	43	16	13	17	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	14.3% 92
}	0	0	0	2	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	1.4% 9
}	59	38	18	75	37	99	40	2	9	119	46	47	7	47	643

快速船約100トン，フライト Fluijt：オランダで設計された効率的な帆船約100トン，ジャンク Jonck：
きの帆船の一種で快速船，ワンカン Wanckan：小型のジャンク，ティンガン Tingan：内港や沿岸輸
いられた）　その他の船名不詳

第2表 バタビア港輸移出入品 1636年

ジャワの諸港から	着	籾・米・果実・苺・びんろうの実・キンマ・ロンペン・玉葱・こしょう・にんにく・蘇木・籐・椰子油・油・白豆・海草・魚・鴨・羊・山羊・乾燥鹿肉・塩・砂糖・鉛・雑貨・卵
Java へ	発	衣類・金糸・磁器・鉄鍋・古鉄・肉桂・こしょう・乾燥肉ずく・ランキン・塩・雑貨・中国商品・延べ金・延べ銀・鉛銭
小スンダから	着	米・豚・塩・肉桂・蘇木・カサンバ・檀香木・奴隷
Kleine Soenda へ	発	金糸・磁器・鉄鍋・塩魚・木香・中国商品
スマトラから	着	籾・米・羊・白豆・こしょう・椰子の実・革・樹脂・水牛・牛皮・錫
Sumatra へ	発	衣類・衣類（スラト・コロマンデル製）・繻子・金糸・小金巾・木綿・磁器・ランキン・中国商品・雑貨・塩・古鉄・現金
モルッカ諸島から	着	丁香
Molucca へ	発	衣類・米・現金
アンボィナ島から	着	丁香
Amboina へ	発	
バンダ島から	着	肉ずく・椰子油
Banda へ	発	アラカンの米・籾
セレベスから	着	丁香
Celebes へ	発	
ボルネオから	着	籾・米・こしょう・塩・塩魚・蠟・樟脳・マット・籐・ヘイザル石・奴隷
Borneo へ	発	衣類・金糸・磁器・塩・中国商品・鉛銭・レアル貨・リクスドル貨
オランダから	着	1,288,782g. 8s. 2p.（現金 838,080g. 12s. —p. 商品254,550g. 12s. 2p, 社員用の食糧 196,151g. 4s. —p.）.（送り状金額）
Nederland へ	発	2,491. 329g. —s. —p.（送り状金額）
ペルシヤから	着	ペルシヤ生糸・馬・小麦・バラ水・シラセ酒・さめ皮・アルモンド・干しぶどう・いちじく・サフラン
Perzie へ	発	
マラッカから	着	こしょう
Malacca へ	発	
インド Indië		
スラトから	着	衣類・蘇合香・没薬・阿仙薬・木香・乳香・阿片・石けん
Suratte へ	発	
コロマンデルから	着	衣類・米・硝石・あい・檀香木・さめ皮・ベンガル砂糖・銅
Coromandel へ	発	金・商品・食糧（金・銅・鉛・錫・生糸・丁香・肉ずく・メース・蘇木・金糸・こしょう・磁器・硫黄—アラカン向）
パリアカッタから	着	衣類・米・籾・さめ皮
Paleacatte へ	発	
マスリパタムから	着	衣類・ダイアモンド・鋼・真珠・皮
Masulipatam へ	発	
アラカンから	着	米・藍・ゴム
Aracan へ	発	金・銅・鉛・錫・生糸・丁香・肉ずく・メース・蘇木・金糸・こしょう・硫黄・磁器（コロマンデル経由）

シ　ア　ムから	着	蘇木・藍・油・チーク板・米・籾・鹿皮・牛皮・水牛皮・ゴム・沈香・小麦粉・赤砂糖・日本丁銀・赤銅
Siam　へ	発	
パ　タ　ニから	着	
Patani　へ	発	衣類・その他
カンボジヤから	着	米・かます・安息香・ゴム・雑貨
Cambodja　へ	発	日本銀・リクスドル貨・衣類・赤大ラシャ・赤木綿糸・眼鏡・阿片・蘇合香・木香・乳香・没薬・鉛
広　南（交趾）から	着	磁器・中国製品
Quinan　へ	発	衣類・鉛銭・雑貨
中　国から	着	磁器・中国の雑貨・中国の反物
China　へ	発	こしょう・長こしょう・檀香木・蘇木・木香・香・竜脳・蠟・海草・雑貨・籐・銀貨
ア　モ　イから	着	中国の雑貨
Aijmoij　へ	発	
漳州または泉州から	着	
Chincheu　へ	発	こしょう・長こしょう・ボルネオ樟脳・龍血・現金
澎　湖　諸　島から	着	磁器・絹織物・砂糖・中国商品・金
Piscadores　へ	発	
タ　イ　ワ　ンから	着	磁器・生糸・撚り糸・ランキン・砂糖・金糸・金製品・中国商品
Taiowan　へ	発	こしょう・檀香木・木香・樹脂ラック・水牛の角
日　本から	着	銅・米・樟脳・かます魚・漆器・小麦・日本丁銀 309,577,g. 13s. 7p.（送り状金額）
Japan　へ	発	ヨーロッパからの商品・中国白生糸・象牙・檀香木・食料品 191,179g. 4s. 15p.（送り状金額）
不　明　地		
カ　ッ　セ　ムから	着	塩
Cassem　へ	発	
ク　ー　トから	着	
Coete　へ	発	衣類・金糸・雑貨
ペ　ラから	着	
Pera　へ	発	磁器・衣類・塩
プ　ロ　アから	着	米
Proa　へ	発	
タムラングから	着	米・サゴ・ここ椰子
Tammelang　へ	発	
ツーランパバから	着	米・籐
Toelanbava　へ	発	
ワ　ダ　ン　グから	着	ここやしの実・塩魚・雑貨
Waddangh　へ	発	

資料　バタビア城日記　1636年 Dagh-register gehouden in' t Casteel Batavia Anno 1636

（注）上記のうち特殊商品の説明
キンマ・びんろうの実：熱帯アジアの現地人はびんろうの実をキンマの葉に包んで咬む風習がある。
サゴ：椰子の幹の髄からとったでんぷんをいう。

蘇木(そぼく)：蘇枋木（すほうぼく）ともいう。絹糸・絹布の染料。ジャワ産のものが最上，シャム産はこれに次ぐ。
檀香木：白檀(びゃくだん)ともいう。びゃくだん科の常緑喬木。材は白くてやや黄色を帯び，香気が強い。皮は香料及び薬品に供し材は器具を製するに用いる。
沈香(じんこう)：じんちょうげ科の常緑喬木である。これから採取した天然香料をいう。
乳香(にゅうこう)：かんらん科の常緑喬木で，幹から採取した樹脂を指す。
肉ずく：常緑の喬木で，この果実の種子をさす。バンダ諸島に主として生育した。薬用，香味料に用いられる。ナツメッグ nutmeg のこと。
メース：肉ずくの果実の種子をつつむ仮種皮をいう。甘い刺激性の香味に富み，肉ずくより味がよく，香味料中最高といわれる。mace のこと。
ロンペン：乾燥した肉ずくの花をいう。
蘇合香(そごうこう)：まんさく科の落葉喬木。この樹皮から採取した樹脂，芳香があるので香料に用いられる。
肉桂(にっけい)：樟科系の植物で，インド本土から西の方では全く生育しない。樹皮を乾燥して製する。腹痛・頭痛・腰痛に効がある。シナモン cinnamon のこと。
木香(もっこう)：きく科の多年生草本。インド北部の原産。根を乾燥したものは芳香と著しい苦味がある。健胃剤として，また衣服の賦香・防香に用いられる。
丁香(ちょうじ)：てんにん科の常緑喬木である丁子(ちょうじ)の実をいう。つぼみを乾燥して薬剤に用いる(麻酔の効あり歯痛止めに用いられる)。モルッカ諸島の特産。クローブ clove のこと。
カサンバ：べにばなの花をいう。べにばなはキク科の二年生草本で，エジプトが原産。花冠を採取して紅(べに)を製し，また通経剤に用いられる。
ヘイザル石：ヘイサラ・バサラという。牛や馬の腹の中から出る結石で解毒剤に用いられる。
サフラン：あやめ科。南ヨーロッパの原産。花柱を陰乾しにして健胃剤または鎮静剤に用いられる。
没薬(もつやく)：アフリカのソマリ山地に産するカンラン科の灌木から製した半透明の塊。通経剤・健胃剤に用いられる。
阿仙薬(あせんやく)：インド産の植物から製した褐色または暗褐色塊状の薬剤，収斂剤・止血剤・染色・皮なめしに用いられる。
安息香(あんそっこう)：えごのき科の落葉喬木。この樹皮から分泌した樹脂は薬用・香料に用いられる。
竜脳(りゅうのう)：ふたばがき科の常緑喬木。ボルネオ・スマトラの原産。この樹脂はすこぶる清香がある。防虫剤としてまた眼病にも効くという。
竜血(りゅうけつ)ゆり科の常緑喬木。幹から分泌した樹脂は着色剤・防蝕剤に用いられる。
樹脂ラック：樹脂ゴム。
バラ水：バラを蒸溜してつくった水。バラ香水 rosewater。
ランキン：元来はナンキンのことで南京製の織物をいう。lanquin と書いてある。
大ラシヤ：ラシヤ raxa (ポルトガル語)・rassen (オランダ語)の転。羊毛で地の厚く密な毛織物。寸法の大きいものを大ラシヤといった。
丁銀(ちょうぎん)：江戸時代の銀貨，なまこ型ともいった。目方約43匁。
レアル貨：スペインおよびスペイン領アメリカで用いられた昔の銀貨。real van achten といった。
リクスドル：北欧諸国に用いられた古い銀貨。rixdollar.
鉛銭：当時銅貨を鉛銭 lood pitgien といっていた。

なお当時オランダで用いられていた貨幣制度はグルデン gulden (g.)，スタイフェル stuiver (s.)，ペニング penning (p.) であった。1 gulden＝20 stuivers；1 stuiver＝16 pennings
またオランダ東インド会社の採用した日本通貨との換算率は次のとおりであった。(1テール<銀10匁>に付き)
1636.8.28 までは 3g. 2s. 8p. (すなわち1000ペニング)；以後1666年までは 2g. 17s. (すなわち912ペニング)；以後1744年までは 3g. 10s. (すなわち1120ペニング)；以後1769年までは 2g. —s. (すなわち640ペニング)；以後わが国の開港に及ぶ 1g. 13s. (すなわち528ペニング)

なお，所在の不明な地点はカッセム Cassem(1)，クート Coete(1)，ペラ Pera(3)，プロア Proa(1)，タムラング Tammelang(1)，ツーランバワ Toelanbava(1)，ワダング Waddangh(1) の7で，発着隻数も9と少なく，これらは考慮外におくこととした。

いま，これらの発着隻数の地域別比率をみるに，スンダ列島が75.1%，モルッカ・ボルネオ・セレベスは9.2%を示し，オランダ本国 4.2%，タイワン・日本 3.1%，中国 1.9%，インド 1.4%，ペルシャ 1.1%と続いている。当時のこれらの相手港との取引高を示す金額が入手できない今日，この数字は，ある程度の商取引の緊密さを知る一助になるといえよう。当然のことながら，バタビア港に近いスンダ列島に多い。そのうちでもジャワが58.2%と大半を占めていることは，第1表の示すところである。

しかしながら，ここに注意すべきことは，使用されていた船種が多様であり，船種により，一回の輸送量は異なっていたということである。総じて，オランダ本国，タイワン・日本，インド，ペルシャ方面へは，スヒップ schip 型，ヤハト jacht 型，フライト fluijt 型といった大型船が用いられ，中国へはジャンク janck が多かった。スヒップは500トン以上，ヤハト・フライトは小さくて，100トン以下のものもあった。ジャンクを筆頭に，それ以下の小型の船種はほとんどスンダ列島・モルッカ・ボルネオ地方との交易に使用されていた（第1表参照)。したがって，例えばオランダ本国との発着船数は少なかったとはいえ，貨物量は相当大きかったことが推定される。

次に第1表で注意を引くものは，航行時期である。スンダ列島を中心とした地域では，ほとんど年中，船舶の発着がみられるが，その外域では，発着が時期的に偏している。対日本では，12月に到着が多く，出発は6月・7月に多い。これは日本からは冬の季節風を利用して南下し，日本へは夏の季節風を利用して北上したからであった。対オランダ本国との発着も，かなりの片寄りをみせている。すなわち，到着は7月に多くて9月・10月・11月と続き，出発は12月と1月に多い。他の記録によれば注26) 1636年の航行は

オランダ発	1月9隻	バタビア着	7月9隻
オランダ発	5月6隻	バタビア着	9月1隻，10月2隻，11月3隻
バタビア発（1635年）	12月3隻	オランダ着	8月1隻，10月1隻（1隻は沈没）
バタビア発	1月6隻	オランダ着	7月6隻

とあり，大体，航行期間は7または8カ月を要している。

当時の航路は，船が南阿の喜望峰をすぎると，南緯36度と42度との間を東へ約850オランダ・マイル進んで，サンポール島・ニューアムステルダム島へ達し，南緯38度から東南貿易風に乗ってスンダ海峡へ向っている。これを roaring forties と呼んで，公認の航路となっていた注27)。

要するに．航行時期は季節風によって制約されていたのである。

B．バタビア港の輸移出入商品についても，1636年バタビア商館日記より商品名をリストした。第2表である。この日記には，ただ品名のみが記載されていて，金額や数量は記入されていない。オランダ本国間または日本間の船積では送り状が作成されていたが，スンダ列島など近くの地域とを往復した小型船は，多くは現地人の所有船で，送り状が作成されたとは考えられない。したがって，数量または金額をつかむことは至難であり，今回は品種のみの考察にとどめたい。

詳細は第2表に譲るとして，バタビア港の輸移出入貨物を要約すると，

ジャワ島諸港よりの到着商品は，食料品を主とした天産物であり，ジャワ島諸港への発送商品は，衣類・磁器といった中国商品と鉄鍋・鉛銭といったバタビア市内で製造されたもの，および香辛料などであった。

スマトラとの交易についても，この傾向がみられるが，輸入品にこしょうがみうけられる。これは，スマトラが「こしょう」の産地であったことによる。

モルッカ諸島・アンボイナ島・セレベスよりは丁香が輸入され，バンダ島よりは肉ずくが到着してい

る。これらは当該地の特産であり，ことに丁香は世界中で，この地方のみしか生産されていなかった。
他方，バタビアからこれらの地方へは中国商品と銭が発送されている。

上記以外の地域からは，それぞれその地の物産がバタビアへ運ばれ，反対に他の地から運ばれた物産(主として製品)が，バタビアから輸出されている。

要するに，バタビアの輸入品はバタビアで消費するものと，他地方へ再輸出するものとであり，バタビアの輸出品はほとんどが輸入品の再輸出であって，バタビアで生産されたものは，鉄鍋・鉛貨などで非常に少なく，バタビアの貨物集散地たることを物語っている。

最後に，輸出入金額が判明している，対オランダ本国と対日本とにふれておかねばならない。1636年のバタビアの輸出入額は

	対オランダ本国	対日本
輸入	1,288,782g. 8s. 2p.	309,577g. 13s. 7p.
輸出	2,491,329. —. —.	191,179. 4. 15.

で，上述の通り，送り状より計算したものである。この数字よりわかることは，対オランダ本国では出超であり，対日本では入超であることである。ことに，オランダ本国よりの輸入では，貿易商品は僅か254,550g 12s. 2p. にすぎず(第2表オランダの項を参照)，商品のみでは出超はいっそう著しい。すなわち，日本へは出来る限り少額の商品を運んで，出来る限り多額の商品を持ち帰り，反対に，オランダ本国からの商品を少なくして，多額の商品を本国へ送るものであって，17世紀当時のオランダ東インド会社の貿易方針を示すものである。これは物々交換方式であるが，この貿易システムについては後述しよう。

なお，東インドの主要地において需要された商品と供給された商品のリスト注28)と，主要商品の生産地のリスト注29)とが，前者は1614/5年に，後者は1619年に作成されているが，紙面の制限上，ここでの紹介は省略した。

VII. オランダの東インド貿易の業績

次に，オランダの東インド貿易の業績を考えたい。定期的にバタビア本社から，東インドにおける主要商館の業績一覧が，オランダ本社へ送られている。これは「東インド会社一般報告書注30)」に掲載されているが，1642年から始まっているので，以後8年の数字をまとめたものが第3表である。

第3表よりわかることは，東インドの商館のすべてが，成績の黒字を示していたとは限らなかったことである。そして，各年を通して，長崎は黒字であり，かつその成績は，他の商館より著しく良好であった。ここで問題として考えられることは，どうしてこの赤字成績の商館が多く存続されていたかという点である。

私見によれば，この数字は必ずしも各商館の実際の業績を示すものではない。オランダ東インド会社日本支店の会計帳簿の今までの筆者の調査によると，日本支店の利益には輸入品の日本国内での販売利益のみが計上されていて，日本からの輸出品に対しては，何らの利益または手数料が計上されていない。もし，この経理方法が他の地の商館にも採用されていたとすれば，輸入が多く，かつ，有利に販売された地方の商館では利益が大きいことになり，反対に，輸入が少なく，ただその地方の物産の集荷と輸出を主要な業務とする商館では，帳簿上の利益が少ないか，または赤字であった。前者には日本，タイワン，マカッサル，スマトラ西岸，コロマンデル海岸，マラバル海岸，スラト，ペルシャなど，後者には，モルッカ，アンボイナ，バンダ，ソロール・チモール，マラッカ，シャム，セイロンなどがある。ただ，バタビアが後者に属しているが，これは，他の理由によるものと思われる。

第4表も，同じ資料から作成したものである。ここには，東インド営業成績の総括がみられる。なお「敵より捕獲したもの」「敵に捕獲されたもの」「海難」などの項目がみうけられ，当時の海上航海に危険が大きかったことを物語っている。なお，最後の「東インドの資金」とは東インドにおける商品や動産な

どの投資額を示すもので，この資金よりみれば，利益は1割にも達していないのである。

一般に，東インド貿易の利益は莫大であったといわれる。が，この定説も再考が必要のようである。彼等が，しばしば用いた利益とは，利ざや，すなわち，売値より送り状価格を差し引いたもので，必要経費が差し引かれていないことが多い。しかも，上述のように，海上輸送の危険もあり，一度，海難にあって沈没すれば，全商品は損失となってしまう。当時，会社では海上保険を付けていなかったのである。かくて，必要経費や営業損金を差し引けば「営業利益」は案外少なかったようである。第4表は，この現実の姿を示すものであり，時代により，使用される言葉の意義が異なることのよくあることは，歴史地理を研究するものにとって，銘記されるべきであろう。

VIII. 要　約

以上，私は17世紀中葉のオランダの東インド貿易の機構と実態を考察した。「商取引をコンパスとし，利益を北極星として de handel tot kompas en de winst tot leid-ster」注31)。彼等は当時，世界第一の貿易国家として東インドにおいて活躍した。

シュミットの言を借りれば注32)，これは自然に従う交易 der naturgemäβe Austausch であり，国民生活に最も有利であり，需要のある所へ商品は自然に流れ，欠乏と過剰との間に均衡を生ぜしめたものであった。「各国間の商品の流れは，各国の生産力，指導理念，文化，発展段階の空間的差異の反映であり注33)」，地理学者にとって大きい関心事であるが，このオランダの東インド通商圏も歴史地理学的にも興味あるところであるといえよう。

古くから大洋へ進出していたオランダ人は16世紀末より東インドへ進出し，当時の主要貿易品であった香辛料貿易の独占を試みた。そのために，先ずオランダ東インド会社という貿易の特許会社を設立し，アムステルダムの本社には最高機関として17人重役会を設置し，バタビアには東インドの総督をおいて東インドの貿易を統轄せしめた。

香辛料貿易の独占のためには，主要生産地を占領し，また，商敵とくにポルトガル人とイギリス人とはしばしば交戦した。貿易すなわち戦争なり，と叫んだ総督もあった。が，その取引方法は各地の情況により異なり，土地を独占するか，取引の独占権を獲得するか，または全く自由な取引を行った。1650年ごろには，通商圏は拡大されていて，アラビアのモカからペルシャ，インド，シャム，トンキン，台湾，日本へと広大な地域に，商館が設置され，バタビアは東インド通商圏の要地であった。この通商圏は，また，異質の部分空間よりなる一つの経済空間でもあった。東インドの各国は異質の空間部分であり，その中心極がバタビアであったといえよう。

バタビア港と交通の多い港は，もちろん，スンダ列島の諸港であった。しかし，この頻繁さを以って，取引量の大小を決めるわけにはいかない。当時，使用されていた船舶には大小の種類があり，スンダ列島の諸港との交通には小型が，大洋へは大型の帆船が使用されていた。また大洋への航行には海上の季節風を利用したので，航行時期が制約されていた。

各地の商館では，オランダ船の舶載した商品を販売したが，またその地方の物産を求めてバタビアへ送った。もちろん，バタビアで消費されるものもあったが，多くはオランダ本国または東インド各地へ再輸出されるものであった。オランダ人は東インド各地間の仲介貿易にも従事した。これは，本国へ送るべき香辛料を入手するための交換物資を，東インド内で獲得するためにも必要な取引であった。

会社の記録によれば，各商館は必ずしも，すべてが利益をあげていない。これは，私見によれば，会社の利益計上方法によるもので，輸入の多い地方では利益が大きく，反対にその地の物産の輸出を主とした商館では利益が小さいか，欠損を示しているようである。一般に東インド貿易においては利益が莫大であったといわれるが，事実，利益は必ずしも多いとはいえず，一般に東インド資金（投資額）の10%にも達していないことは，上述したとおりである。

第3表　オランダ東インド

商館	1642年	1643年	1644年
	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.
長崎	476,762 : 11 : 9	659,583 : 6 : 6	635,470 : 1 : 10
タイオワン	▲ 61,315 : 18 : 5	196,003 : 5 : 14	64,657 : 2 : 14
カントン			
マカッサル	6,966 : 7 : 6	19,517 : 7 : 9	13,173 : 18 : 2
モルッカ	▲ 92,311 : 4 : 8	▲ 107,139 : 8 : 7	▲ 122,172 : 16 : 13
アンボイナ	▲ 100,964 : — : 6	▲ 73,713 : 9 : 14	▲ 59,812 : 3 : 15
バンダ	▲ 23,230 : 16 : 5	▲ 10,013 : 8 : 1	▲ 33,363 : 9 : 1
ソロール・チモール	5,118 : 17 : 3	10,222 : 13 : 3	
バタビア	▲ 148,257 : 15 : 9	▲ 101,494 : 4 : 4	▲ 342,000 : 4 : 12
ジャンビー	G 65,000 : — : —	G 35,000 : — : —	61,507 : — : 6
パレンバン	18,175 : 18 : 13	G 25,000 : — : —	30,000 : — : —
スマトラ西岸	60,000 : — : —	100,000 : — : —	93,599 : 3 : 8
アチェー	6,861 : 3 : 3	1,008 : 4 : 13	11,518 : 2 : 10
マラッカ	▲G 40,000 : — : —	▲G 50,000 : — : —	▲ 49,985 : — : 4
シン地方	G 16,000 : — : —	G 8,000 : — : —	
トンキン			
カンボジア	G 45,000 : — : —	G 20,000 : — : —	
パタニ	3,461 : 9 : 9	G 8,000 : — : —	
シャム	G 10,000 : — : —	G 8,000 : — : —	▲ 9,900 : — : 15
アラカン	1,964 : 10 : 6	G 2,000 : — : —	
セイロン	▲G 60,000 : — : —	▲G 60,000 : — : —	▲ 95,370 : 5 : 10
ゲル(ド)リア			
コロマンデル海岸	101,042 : 3 : —	120,069 : 15 : 5	120,079 : 4 : 7
ウィングルラ	▲ 8,709 : 7 : 7	3,443 : 6 : 11	30,340 : 12 : 9
マラバル海岸		9,151 : 1 : 3	23,092 : 7 : 2
スラト			50,000 : — : —
グジャラト・ヒンドスタン	89,549 : 8 : 8	38,129 : 16 : 10	
ペルシア	286,234 : 9 : 2 G 250,000 : — : —	G 300,000 : — : —	250,000 : — : —
モーリシャス島	▲ 25,430 : 12 : 8	▲G 10,000 : — : —	
利益	1,442,136 : 18 : 11	1,563,128 : 17 : 10	1,383,437 : 13 : 4
損失	▲ 560,219 : 15 : —	▲ 412,360 : 10 : 10	▲ 712,604 : 1 : 6
差引	881,917 : 3 : 11	1,150,768 : 7 : —	670,833 : 11 : 14

V：航海　G：推計　▲：赤字

資料：東インド会社一般報告書第2巻 1639–1655 Generale Missiven der V.O.C. II 1639–1655

この貿易において特に印象を強くするものは，当時の貿易方式は一種の物々交換ということである。会社は自ら商品を東インド各地へ運んで，できるだけ有利に販売し，それによって本国で需要の多い商品を，できるだけ多量に本国へ送ったのである。これが当時の貿易方針であり，この理念によってのみ，当時の貿易を理解することができるのである。

ともあれ，かくも盛大であったオランダの東インド貿易も，17世紀の末葉から世界の主要貿易品が香辛料から綿織物へと移ると注34)，他の幾多の理由も手伝って，減退の途をたどり，世界貿易の王座をイギリス

商館損益一覧表

1648年	1650年	1651年	1653年	1654年
g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.
122,533 : 8 : 5	194,001 : 16 : 10	602,412 : 9 : 8	891,099 : 7 : 5	455,468 : 6 : 6
569,898 : 6 : 5	525,702 : 16 : 3	346,304 : 1 : 3	286,624 : 5 : 7	210,229 : 15 : —
			V 29,804 : 19 : 2	▲V 8,196 : 12 : 12
28,195 : 15 : 14	V34,519 : 5 : 12	44,558 : 7 : 13	V 20,566 : — : 13	
▲ 176,499 : 17 : 6	▲ 154,926 : 4 : 12	▲ 128,167 : 7 : 2	▲ 146,667 : 9 : 2	▲ 190,103 : 11 : 1
10,799 : 12 : 13	▲ 50,880 : 12 : 14	▲ 57,094 : 12 : 2	▲ 216,741 : 15 : 3	▲ 150,154 : 7 : 8
▲ 31,119 : 8 : 11	▲ 24,211 : 15 : 6	▲ 43,069 : 16 : 9	▲ 54,433 : 17 : 9	▲ 71,311 : 18 : 8
▲ 1,450 : 4 : 2	▲ 8,465 : 1 : 6	▲ 452 : 2 : 13	▲V 4,830 : 11 : 7	▲V 12,599 : 13 : —
▲ 13,811 : 9 : —	▲ 25,625 : 13 : 14	▲ 229,590 : 10 : 5	▲ 241,880 : 2 : 10	▲ 395,722 : 12 : 5
30,178 : 11 : 8	4,382 : 7 : 6	8,475 : 18 : 2	41,042 : 6 : 6	9,982 : 10 : 11
57,111 : 8 : 4	V144,487 : 19 : 15	95,561 : 16 : 11		
325 : 7 : 11		▲ 1,391 : 4 : 13		
▲ 54,687 : 12 : 6	▲ 3,694 : 18 : 15	28,596 : 10 : 15	▲ 96,262 : 17 : 1	▲ 43,635 : 16 : 2
			▲ 64,145 : 14 : 9	▲ 24,417 : 14 : 13
▲ 15,386 : 8 : 9	▲ 51,198 : 18 : 2	▲ 2,622 : — : 3	▲ 36,089 : 7 : 9	▲ 34,285 : — : 4
				▲V 20,186 : 16 : 2
▲ 118,153 : — : 4	▲ 211,423 : 9 : 13	▲ 115,458 : 11 : 1	▲ 237,126 : 17 : 14	▲ 202,811 : 18 : 7
			32,892 : 8 : 4	▲ 87,189 : 19 : —
▲ 67,983 : 3 : 15	26,141 : 11 : 5	92,365 : 3 : 6		
6,335 : — : 6	24,379 : 2 : 3	▲ 3,553 : 13 : 6	7,762 : 9 : 8	▲ 16,816 : 3 : —
48,640 : 8 : 13	28,004 : 10 : 4	65,309 : 3 : 12		
190,961 : 11 : 1	133,778 : 6 : 12	149,624 : 1 : 5	197,732 : 15 : 9	234,650 : 8 : 7
217,610 : 16 : 11	Esphan 510,120 : 2 : 8	442,466 : 4 : 8	480,094 : 4 : 13	
▲ 7,175 : 15 : 4		▲ 11,433 : 7 : 8	▲ 11,100 : — : 14	▲ 10,834 : 14 : 5
1,282,590 : 7 : 11	1,625,517 : 18 : 14	1,875,673 : 17 : 3	1,987,618 : 17 : 3	910,331 : — : 8
▲ 486,266 : 19 : 9	▲ 530,426 : 15 : 2	▲ 592,833 : 5 : 14	▲1,109,278 : 13 : 14	▲1,268,266 : 17 : 3
796,323 : 8 : 2	1,095,091 : 3 : 12	1,282,840 : 11 : 5	878,340 : 3 : 5	▲ 357,935 : 16 : 11

へ譲り渡すこととなった。

第4表 オランダ東イ

摘要	1642年	1643年	1644年
支店（商館）	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.
利益をあげた支店の利益総計	1,442,136 : 18 : 11	1,563,128 : 17 : 10	1,383,437 : 13 : 4
損失をだした支店の損失総計	△ 560,219 : 15 : —	△ 412,360 : 10 : 10	△ 712,604 : 1 : 6
差引	881,917 : 3 : 11	1,150,768 : 7 : —	670,833 : 11 : 14
商品	34,216 : 1 : 1	28,500 : — : —	36,396 : 6 : 15
敵より捕獲したもの	213,605 : 5 : 10	29,287 : 13 : 4	47,976 : 19 : —
沈没品の引き揚げ品	——	——	——
旧負債の入金	——	——	——
前年度損失として計上分の入金	——	——	——
帳面訂正	——	——	——
小計	213,605 : 5 : 10	29,287 : 13 : 4	47,976 : 19 : —
敵に捕獲されたもの	△ 41,200 : 1 : 4	△ 265,400 : 3 : 10	△ 157,345 : 6 : —
海難（海賊，沈没など）	△ 472,597 : — : 5	△ 149,590 : 5 : 10	——
払い戻し	——	——	——
不良債務となったもの	——	——	——
帳面訂正	——	——	——
船長への奨励金	——	——	——
小計	△ 472,597 : — : 5	△ 414,990 : 9 : 4	△ 157,345 : 6 : —
支払利息	△ 19,511 : 9 : 9	△ 12,983 : 12 : 14	△ 11,416 : 19 : 12
利益	596,429 : 19 : 4	780,581 : 18 : 2	586,444 : 12 : 1
入荷（本国，タイワンなど）		3,004,550 : 5 : 12	1,616,040 : 10 : 1
売却（沈没船，火器など）		——	——
商品または現金受取		——	——
旧負債入金		——	——
帳面訂正		——	——
為替		325,814 : 15 : 8	153,000 : — : —
東インドの動産		7,721,760 : 13 : 14	9,762,041 : 3 : 15
合計		11,832,707 : 13 : 4	12,117,526 : 6 : 1
本国への帰り荷		△ 1,812,919 : 1 : 7	△ 2,881,126 : 4 : 11
その他		——	——
東インドの資金	7,820,965 : 13 : 4	10,019,788 : 11 : 13	9,236,400 : 1 : 6

△赤字または差引

資料：東インド会社一般報告書第2巻 1639-1655 Generale Missiven der V.O.C. II 1639-1655

ンド営業概況

1648年	1650年	1651年	1653年	1654年
g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p.	g. s. p
1,282,590 : 7 : 11	1,625,517 : 18 : 14	1,875,673 : 17 : 3	1,987,618 : 17 : 3	910,331 : — : 8
△ 486,266 : 19 : 9	△ 530,426 : 15 : 2	△ 592,833 : 5 : 14	△1,109,278 : 13 : 14	△1,268,266 : 17 : 3
796,323 : 8 : 2	1,095,091 : 3 : 12	1,282,840 : 11 : 5	878,340 : 3 : 5	△ 357,935 : 16 : 11
—	88,145 : 3 : —	7,636 : 9 : 8	—	—
18,224 : 2 : 7	5,371 : 17 : 14	1,103 : 3 : 14	444,354 : 16 : 12	20,123 : 9 : 4
—	—	1,800 : — : —	6,145 : 4 : 9	6,640 : — : — 2,142 : 18 : 4
—	—	1,858 : 12 : 10	—	42,196 : 8 : —
—	—	1,043 : 2 : 11	—	—
—	—	—	248 : 8 : —	3,576 : 11 : 4
18,224 : 2 : 7	5,371 : 17 : 14	5,804 : 19 : 3	450,748 : 9 : 5	74,679 : 6 : 12
△ 39,849 : 9 : 12	—	—	—	△ 2,538 : — : —
△ 123,015 : 9 : —	△ 332,453 : 15 : 14	△ 24,821 : 2 : 11 △ 97,549 : 11 : 1	△ 212,638 : 1 : 3	△ 521,376 : 16 : 11
—	—	△ 13,632 : 6 : —	—	—
—	—	—	△ 340 : 8 : —	△ 39,797 : 10 : 9
—	—	—	△ 1,500 : — : —	—
—	—	△ 7,802 : 7 : 4	△ 7,084 : 10 : 12	△ 7,652 : 4 : 10
△ 162,864 : 18 : 13	△ 332,453 : 15 : 14	△ 143,805 : 7 : —	△ 221,562 : 19 : 15	△ 571,364 : 11 : 14
△ 1,934 : 3 : 8	—	—	—	—
649,748 : 8 : 4	856,154 : 8 : 12	1,152,476 : 13 : —	1,107,525 : 12 : 11	△ 854,621 : 1 : 13
789,360 : 10 : 1	1,081,441 : 19 : 8	905,082 : 16 : 2	1,016,133 : 13 : 12	1,202,513 : 10 : 14
—	14,307 : 12 : —	—	39,394 : 5 : 8	10,355 : 4 : 1
—	72,532 : 7 : —	—	68,217 : 3 : 12	157 : — : 12 75,966 : 10 : 2
119,246 : 2 : —	116,842 : 4 : 8	—	69,133 : 7 : —	△ 25,125 : — : —
—	—	—	5,207 : 12 : 7	—
328,505 : 13 : 4	567,276 : 12 : —	508,146 : — : —	323,059 : 10 : —	404,437 : 19 : 6
10,840,989 : 18 : 11	12,663,694 : 12 : 5	12,672,258 : 14 : 4	11,932,065 : 10 : 10	12,636,389 : 6 : 3
12,727,850 : 12 : 4	15,372,249 : 16 : 1	15,237,964 : 3 : 6	14,560,736 : 15 : 12	13,450,073 : 9 : 9
△2,243,106 : 5 : 4	△2,699,991 : 1 : 13	△2,810,547 : 11 : 5	△1,785,026 : 16 : 9	△2,759,880 : 3 : 5
—	—	—	△ 139,320 : 13 : —	—
10,484,744 : 7 : —	12,672,258 : 14 : 4	12,427,416 : 12 : 1	12,636,389 : 6 : 3	10,690,193 : 6 : 4

注

注1） DAVIES, D. W. (1961) : A Primer of Dutch Seventeenth Century Overseas Trade, p. 7.

注2） HOEKVELD, G. A. (1972) : The Netherlands in Western Europe-Shifts in the Relative Position, *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol. 63(1972), 3, p.130.

注3） HYMA, Albert, (1953) : A History of the Dutch in the Far East, p. 5.

注4） BOXER, C. R. (1963) : The Great Ship from Amacon, Annals of Macao and the Old Japan Trade, 1555-1640, p. 8.

注5） 永積　昭 (1971) : オランダ東インド会社 p. 47.

注6） ファーニヴァル (1938) : 蘭印経済史，南太平洋研究会訳，p. 42.

注7） アダム・スミス：諸国民の富(三)大内兵衛・松川七郎訳，岩波文庫，p. 44.

注8） AALBERS, J. (1916) : Rijcklot van Goens, p. 9.

注9） ファーニヴァル (1938) : p. 45.

注10） AALBERS, J. (1916) : p. 16.

注11） この事実は，東京大学史料編纂所所管の当時の Factuur 送り状の写し（マイクロフィルム）より知ることができる。

注12） BRUGMANS, H.: Amsterdam in de Zeventiende Eeuw, p. 133.

注13） GLAMANN, K. (1958) : Dutch-Asiatic Trade in 1620-1740, p. 13, なお，こしょうは香辛料の一つであったが，当時の記録には，こしょうは，香辛料と別個に扱われていたようである。当時こしょうは一般に食品の味つけ品として，塩漬けの肉を食するときの必要な香味料であったといわれる。

注14） ファーニバル (1938) : p. 42.

注15） ファーニバル (1938) : p. 43.

注16） ファーニバル (1938) : p. 64.

注17） A. J. エイクマン・F. W. スターベル (1939) : 蘭領印度史、村上直次郎、原徹郎共訳，p. 36.

注18） A. J. エイクマン・F. W. スターベル (1939) : p. 37.

注19） A. J. エイクマン・F. W. スターベル (1939) : p. 39.

注20） 1602～1610年間の記録は次のとおりである。

	資本金	航行数（東インドへの）
オランダ東インド会社	50万ポンド	60隻
イギリス東インド会社	3万ポンド	17隻

ファーニバル (1938) : p. 51. 参照

注21） A. J. エイクマン・F. W. スターベル (1939) : p. 80. なお1650年ごろの主要な商館所在地は次のとおりであった。モルッカ、アンボイナ、バンダ、マカッサル、ソロル、アチェ（スマトラ）、マラッカ、スマトラ西岸、ジャンビ（スマトラ）、パレンバン（スマトラ）、カンボジア、マタラム、広南、アラカン、モーリシャス島、マダガスカル島、マラバル、スラト、モカ、ペルシャ、バスラ、ビンゲルラ（ゴア近傍）、セイロン、シャム、台湾、日本、トンキン、マニラ、コロマンデル、ペグー、ベンガル、バタビア。

注22） ジャック・R・ブードヴィル：経済空間、山岡春夫訳、昭和44年、p. 21.

注23） ―― 、p. 21.

注24） "Summarium van de Schepen, welcke tegenwoordigh in India sijn en blijven" van 1 February 1657. AALBERS, J. (1916) : p. 19. 参照。

注25） De Dagh-Register gehouden in 't Casteel Batavia, 1636.

注26） Dutch-Asiatic Shipping II Outward Voyages 1595-1794, pp. 72-74. Dutch-Asiatic Shipping III Homeward Voyages 1597-1795, pp. 38-40.

注27） BOXER, C. R. (1963) : The Dutch East-Indiamen, *The Mariner's Mirror, May 1963*, p. 91.

注28） STAPEL F. W. 1931 : Pieter van Dam - Beschryvinge van de Oostindische Compagnie, Tweede Boek, Deel 1, pp. 19-27.

注29） ―― (1929) : Pieter van Dam - Beschryvinge van de Oostindische Compagnie, Eerste Boek Deel 11, pp. 115-138.

注30） Generale Missiven der V. O. C. II 1639-1655.

注31) BOXER. C. R. (1976) : Zeevarend Nederland en Zijn Wereldrijk, 1600–1800, p. 346.
注32) SCHMIDT, P. H. (1925) : Wirtschaftsforschung und Geographie, p. 53.
注33) CONKLING, E. C. and YEATES, M. (1976) : Man's Economic Environment, p. 224.
注34) 世界貿易高におけるこしょうと香辛料の推移は次の表が示す。

	1619–21年	1648–50年	1668–70年	1698–1700年
香辛料	17.53%	17.85%	12.05%	11.70%
こしょう	56.45	50.34	30.53	11.23
砂　糖	—	6.39	4.24	0.24
紅茶・コーヒー	—	—	—	4.24
薬物・染料	9.84	8.52	5.84	8.29
硝　石	—	2.07	5.08	3.92
金　属	0.10	0.50	5.74	5.26
繊維・絹・綿	16.06	14.16	36.46	54.73
雑　貨	—	0.17	0.06	0.39
	100.00	100.00	100.00	100.00
金額(1000グルデン)	2,943	6,257	10,813	15,026

GLAMANN, K. (1958) : p. 13. 参照

(1981年5月7日受理)

地学雑誌 90, 5 (1981)

岐阜県吉城郡上宝村福地付近の古生界研究の現状と問題点

猪 郷 久 義* 安 達 修 子*

Study on the Paleozoic Rocks in the Fukuji District, Kamitakara Village, Yoshiki County, Gifu Prefecture
——Present Status and Unsolved Problems——

Hisayoshi IGO and Shuko ADACHI

Abstract

Paleozoic rocks exposed in the Fukuji district, Kamitakara Village, Yoshiki County, Gifu Prefecture consist of Silurian to Permian strata. Among which Devonian Fukuji Formation and Carboniferous Ichinotani Formation are very fossiliferous and were studied in detail. Recently, Ordovician fossils have been found from the Yoshiki Formation. In this paper, we summarized historical review and present status of the geological investigation of this district and pointed out several unsolved problems for the future study.

I. はしがき

猪郷が初めて岐阜県上宝村福地に足を踏み入れたのは，1952年の10月末であった。このときは当時の東京教育大学教授藤本治義の野外巡検で，付添役の現新潟大学教授藤田至則，案内役の現信州大学教授田中邦雄と学友15名からなる大部隊であった。早朝に松本電鉄島々駅からバスで沢渡まで行き，当時薄衣礫岩に相当する上部二畳系礫岩として注目を集めた沢渡礫岩（湊，1951，田中邦雄他，1952）を見学し，秋雨に煙る中の湯温泉から安房峠の旧道を登り，岐阜県側の平湯温泉にたどりついたときは全員びしょぬれで日はとっぷりと暮れていた。翌朝は平湯から徒歩で福地に入り，一の谷を見学した。翌1953年から猪郷は進級論文・卒業論文のテーマとし，この地の研究を開始した。その後も今日まで，機会あるごとにこの地を訪れ，調査を行なってきた。この間多くの同学の志が見学に訪れたり，研究を行ない末尾に揚げたように多数の論文が公表された。現在のわれわれの知識は当時と比較するとまさに隔世の感がある。小論はこれまでの多くの研究による現状を紹介し，問題点を指摘した。

猪郷のこれまでの研究で多くの方々から指導や協力を受けた。なかでも藤本治義・小林貞一・故畑井小虎・亀井節夫・浜田隆士の諸博士，ならびに地元の山腰 悟・故小倉寛定・小倉賢堂の諸氏には特にお世話になった。以上の方々に対し紙面を借りて深淵な謝意を表する次第である。

II. 戦前の研究

福地付近を含めたこの地方の地質を，初めて紹介したのは恐らく坂市太郎（1887）の飛騨四近地質報文であろう。この報文中に現在の丹生川村や白骨の石灰岩からフズリナ化石を産出する旨の記述がある。つ

* 筑波大学地球科学系 Institute of Geoscience, The University of Tsukuba

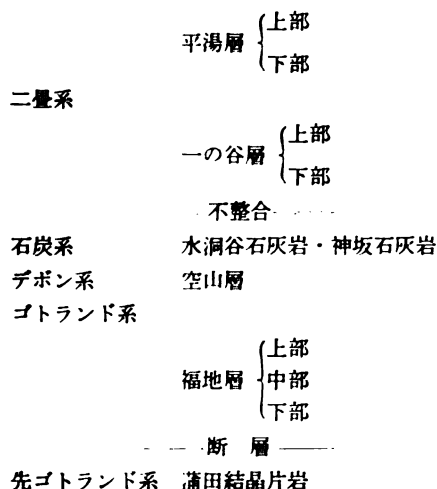
いで神津俶祐（1911）の乗鞍岳，加藤鉄之助（1913, 1914）の焼岳の調査報告書にかなり具体的な古生界の記述がみられる。神津は福地の化石について次のように書いている。“平湯川ニ沿フテ下ルコト約一里ニシテ左岸ニ福地ト云フ一小部落アリ，此処ニ露出スル石灰岩中ニハ前記化石ノ外ニ「ファボサイト」珊瑚ヲ含メリ”なおここで前記化石とは平湯峠に露出する石灰岩にフズリナとクリノイドを含むとしてあり，現在のデボン系と石炭・二畳系の石灰岩を一緒にしてしまったらしいが，明瞭に *Favosites* の存在を指摘している点は注目に価する。加藤は夭折したが，鋭い観察眼をもち，焼岳調査報告書の地質図や記述は当時の状況からみてきわめて優れている。

なお神津の *Favosites* に関し，矢部・早坂（1915）はこれを *Michelinia* とし，次のように述べている。“From the Fusulina limestone of Fukuji, Yoshiki-gori, Prov. Hida, S. Kozu once found a *Favosites* which owing to its unfavourable preservation can not be specifically determined.”このように保存が悪いとしているので，両氏はこの標本を直接調べたとみられる。もしこの時この標本がデボン紀かシルル紀のものとされていたなら，日本の中部古生界の発見は約20年早く，研究も進展していたであろう。なお余談であるが，杉山敏郎は戦前すでにこれがデボン系のものとみていたらしい。森川六郎が猪郷に語った所によると，当時の東京文理大の巡検のときに福地の北方の栃尾付近を通り，杉山はあの山の向こうの福地にデボン系があるので戦争でも終わったらゆっくり調査したいといっていたとのことである。図幅調査では野田勢次郎・佐藤伝蔵（1920）の20万分の1「高山図幅」があり，戦前のこの地方の地質の概略を知る唯一のものであったが，福地の化石についてはふれていない。

III. 1950年代の研究

亀井節夫は東京大学の卒業論文としてこの地を初めて詳細に調査し，福地にゴトランド紀層が存在すると報じ（1949 a），あわせて興味ある礫岩層について述べ（1949 b），戦後の飛騨山地の地質研究の興隆のきっかけをつくった。ついで石岡孝吉・亀井節夫（1950）の福井県九頭竜川上流地域からゴトランド系の発見，鹿沼茂三郎（藤本治義・鹿沼茂三郎・緑川洋一，1952）の岐阜県檜谷からのゴトランド系の発見とつづいた。これらのゴトランド系にはいずれも礫岩層（村上礫岩・大谷礫岩・一ツ梨含礫片岩）を伴い，ゴトランド系の基底礫岩あるいはそれに類するものとして報じられ注目を集めた。

亀井（1952）は福地付近の研究を総括し，次のような層序を樹立した。

二畳系	平湯層	上部
		下部
	一の谷層	上部
		下部
	不整合	
石炭系	水洞谷石灰岩・神坂石灰岩	
デボン系	空山層	
ゴトランド系	福地層	上部
		中部
		下部
	断　層	
先ゴトランド系	蒲田結晶片岩	

この亀井の地層区分・層序ならびに時代論は猪郷（1954）の研究によってかなり大幅な訂正は要したが，福地の古生界研究史上重要な貢献であった。ついで亀井は福地層の *Favosites* の研究（1955），上部古生

界のサンゴ化石の記載（1957），デボン系の研究（1961，1962）を発表した。また頭足類を採集し，これは小林貞一（1958）によって *Michelinoceras hidense* として記載された。しかし周知のように亀井は，信州大学から京都大学に移ると共に古生界の研究から新生代哺乳動物化石の研究へと大きく転身してしまった。

猪郷は冒頭のように藤本治義指導の野外巡検に参加した際に，一の谷において亀井のゴトランド系福地層中部の模式セクションから，当時としてはきわめて珍しかった石炭系の紡錘虫 *Profusulinella* の密集部を認め，二畳系とされていた一の谷層の層序が逆であるばかりでなく，*Fusulinella* や *Fusulina* など中部石炭系の紡錘虫が多産することを確かめ，亀井の研究の再検討に着手した。その結果は，猪郷(1956)など一連の論文となった。猪郷の研究で，亀井の福地層のかなりの部分が石炭系であり，鬼丸型のサンゴや *Millerella* を含む下部石炭系上部から最下部二畳系までほぼ連続的な層序をもつのが一の谷層であることが判明した。一の谷層は再定義され，亀井が坂本沢礫岩に対比した一の谷礫岩を含む砂岩・頁岩を主体とする地層は水屋が谷層として，一の谷層の上位に重ねられた。猪郷はそのほか尾添谷礫岩（猪郷，1956 a）の存在や，村上の集落の西方，高原川左岸に露出する村上礫岩が石炭系より新しい集塊岩ならびに凝灰角礫岩であることなどを明らかにした。1954年には福地層から *Crotalocephalus* を発見し，その後の詳細な研究の結果この三葉虫の時代がシルル紀ではなくデボン紀であることを明確にし（小林・猪郷1956），高原川層を福地層から便宜的に分離提唱したが，今日の知識では高原川層の必要性は全くなくなった。

猪郷の研究によって興味ある新事実が明らかになり，浜田隆士や加藤誠がそれぞれ *Favosites*，下部石炭系サンゴの研究に着手した。これらは浜田（1959他），加藤（1959他）などの論文となった。石炭系サンゴの層準については加藤と猪郷との間で論争があった（加藤，1959他，猪郷，1959他）。なお浜田は福地層から“*Leperditia*”の新種を記載し，後に *Calceola* の産出（浜田，1971）などを報じたが，これに対し亀井ら（福地古生層研究グループ，1973）が *Rhizophyllum* である可能性が強いと論じた。

IV. 最近の研究

1960年代後半に入って飛騨地方は急激な変化をとげ，福地も温泉の開発とともに奥飛騨温泉郷のひとつとなった。地元の山腰　悟は，福地集落の北側の空山の山腹に露出する福地層を簡単に見学できるように化石遊歩道を建設すると共に，多数の大型標本を採集し陳列した。このなかにはみごとな標本が多い。1970年代に入り多くの学生が卒業論文などでこの地を研究した。なかでも大野昭文（1977）のデボン系腕足類の研究が光っている。ほかに岡崎美彦（1974）の三葉虫の研究がある。また多くの化石愛好家が訪れ，採集品の一部は小林・浜田（1974，1977）のそれぞれシルル紀・デボン紀の三葉虫研究の中に記載されている。

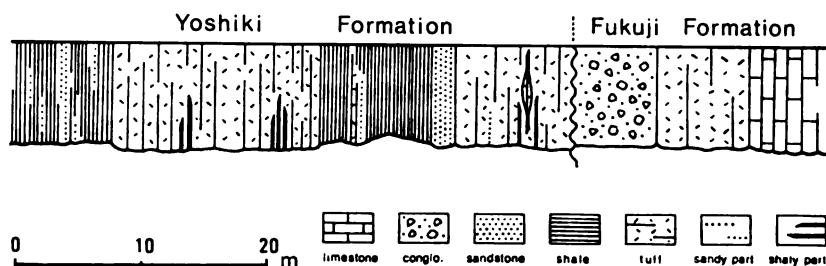
猪郷ほかは遊歩道に露出する福地層の最下部とみられる層準から下部デボン系最下部の示準化石である *Icriodus woschmidti* などのコノドントを記載し，福地層は中部デボン系のみでないことを初めて明らかにした（猪郷他，1975）。なおこの頃になって福地の北東，一重が根の裏山の山腹に林道がつくられた。この付近に福地層相当層が分布することは亀井や猪郷の初期の調査ですでに判明していたが，露出がきわめて悪く詳細は不明であった。しかしこの道路の建設にともなって露出がよくなり，その上方山腹の石灰岩にも目がつけられ，これはシルル系三葉虫 *Encrinurus* を含むことが確かめられた（小林・浜田，1974）。なおこの付近一帯の福地層に関しては問題点が多く残されている。

一の谷層や水屋が谷層の研究は猪郷の一連の研究以来しばらく報告が跡絶えていたが，新川　公（1978，1980）が再検討した。その結果は注目すべきいくつかの新事実がある。水屋が谷層に *Pseudofusulina* 帯の存在，水洞谷の石灰岩から *Obsoletus* の発見などもその例である。安達修子は1977年以来一の谷層の貝形虫や小型有孔虫などを中心として詳細な柱状図の作成と化石の採集に従事した。その結果の一部は1979

年イリノイで開かれた国際石炭系会議で報じ，また特異な Agglutinated foraminifer の研究などを公表した。(猪郷他，1981（印刷中)，安達修子，1980，猪郷・安達，1980，1981)。

古谷　裕は安達とほぼ時を同じくして主に一の谷層上部のサンゴ化石の研究を始めたが，途中から放散虫の研究にかわり興味深い発見をした（古谷・西山，1980，古谷，1981他)。

1980年3月に古谷　裕から何枚かの電顕写真が猪郷のもとに送られてきた。古谷によると放散虫と共存しコノドントらしいという。採集したのは一の谷の下流に露出する水屋が谷層とされていた珪質凝灰岩からという。これらは一見するとコノドント様で，MOSKALENKO がシベリアのオルドビス系からコノドントとして報告したものにきわめて類似したものがあったが，残念ながら scolecodont，つまり環虫類の顎に入っている付属器官でありコノドントではなかった。古谷・西山はその直後の島根大学での地質学会で，共存する放散虫はシルル系あるいはオルドビス系の可能性のあることを報じた（古谷・西山，1980)。問題の一の谷入口付近に露出する珪質凝灰岩，砂岩・頁岩互層を猪郷（1957）は下部二畳系水屋が谷層に含めた。その後の研究者もそれを踏襲した。猪郷は当時この地層を水屋が谷層にするには岩相上いくつかの疑問点をもっていたが，走向延長上の尾添谷と高谷合流点付近に類似した地層が露出し，これが含 *Pseudoschwagerina* 石灰岩の上に重なっているように観察されたため，水屋が谷層に含めた。この地層に伴って特異な礫石の大小の転石，時には露出と間違えそうな大転塊がころがっていた。この礫岩は亀井なども谷の最下流に露出するものと判断し，同氏の村上礫岩の一部としていた。猪郷は一の谷を遡上するたびごとにこの礫岩と凝灰岩などの地層の層位的位置に疑問をもちつづけていたが，特に礫岩はヨーロッパ滞在中に見学した有名な Old Red Sandstone の中のあるものに一見類似することに大きな関心をもっていた。

1980年4月末に猪郷は，猪郷久治，安達修子，佐藤良嗣などと福地を訪れ，現地で古谷　裕と合流して問題の地層を調査すると共に，一重が根地域も検討した。その結果，一の谷下流域に露出する珪質凝灰岩，砂岩・頁岩互層は，クロスラミナ，級化層などにより明瞭に下流側が下位で上流側が上位であることを確認した。また谷の入口から約150 m 上流，1979年夏の集中豪雨によって大きく崩壊した右岸の崩錐中より，安達が貝形虫を含む石灰質頁岩ないし泥質石灰岩の転石をみつけた。転石の状態からこれがすぐ左側の崩壊部からもたらされたようにみられるばかりでなく，これと類似したものはかって1953年に猪郷が最初に精査したときに，薄層として凝灰岩中に含まれていたことが古いルートマップにはある。同時に長年の懸案であった雑色礫岩が川の右岸に下位の凝灰岩などを不整合に覆うようにわずかに露出し，断層でその上位が断たれているのが山崩れによってあらわれていた。この礫岩層はさらに谷の左岸の山腹に追跡され，数年前の伐採によって点々と露出していることが判明した。またこの礫岩中に完全に赤色化した石灰岩礫が多数含まれ，その中に *Heliolites*, *Favosites* などの化石が含まれることも判明した。その結果は郷猪他（1980）に示したような層序が樹立され，凝灰岩・砂岩頁岩層を吉城層と命名した。吉城層は前述の一重が根の山腹にも広く分布し，古谷・西山が一の谷で採集したものと同様の放散虫・スコレコドントを含み，小林・浜田（1977）が報じた含 *Encrinurus* シルル系石灰岩の下位に重なるものと判断された。

第1図　一の谷下流における吉城層の柱状図

礫岩層については特別な名称を与えていないが，詳しい岩石学的記載と共に近く発表の予定である。

これまで得られた吉城層の化石のうち放散虫についてはさらに古谷が研究中であり，貝形虫については安達が研究をしている。これらはすでに予報したように，

放散虫：“Palaeoactinommids” Anakrusidae *Palaeoscenidium*, *Ceratoikiscum*, その他

スコレコドント：*Polychaetaspis*, *Ramphoprion*, *Xanioprion*, *Mochtyella*, その他

貝形虫：*Ectoprimitia*, sp. A, *Ectoprimitia* sp. B, *Ectoprimitia*? sp. C, *Hallatia* sp., *Euprimitia* spp. *Primitiopsis* spp., “*Bithocypris*” sp., *Paraeoleperditia fukujiensis* ADACHI and IGO, その他

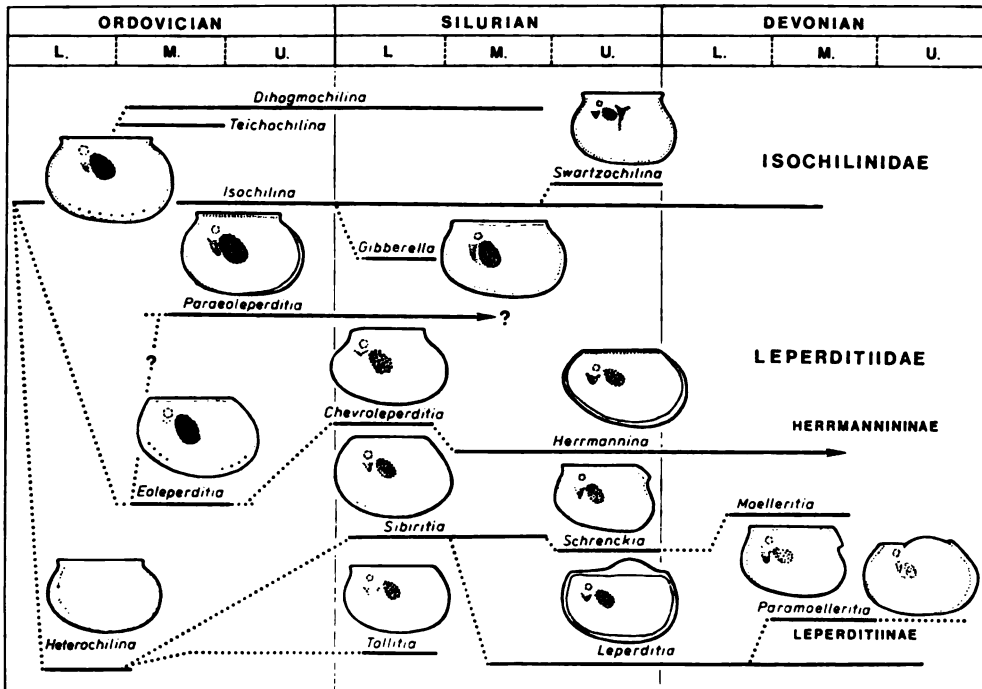
その他：trace fossils 多数

以上の化石のうち放散虫は古谷によると，これまでシルル系から報告されたものとともにオルドビス系から知られているものを含むことが指摘されている。スコレコドントはポーランドの SZANIAWSKI によれば，中部オルドビス系の組合わせに類似するという。貝形虫は小型の *Primitia* の仲間の個体数は多いがそれらの種の確実な同定までには至っていない。しかし属のレベルでもこれまでオルドビス系から報じられたものが多く，類似種とみられるものは中国の中部—上部オルドビス系から報告されている。*Palaeoleperditia fukujiensis* とし，新属・新種とした大型の貝形虫は，従来オルドビス系からデボン系にかけての貝形虫のなかで重要視されてきたグループの leperditids である。福地から得られたものは殻の内側の保存のきわめてよいものがあり，諸外国からこれまで記載されたものでも，これ程詳細の判るものは珍しいとみられる。この新属はオルドビス系中部～上部から知られる *Eoleperditia* と adductor muscle scar がきわめてよく類似する。これは細脈によって100以上のメッシュに分けられ，他の類似属とかなり異なった性質を示す。しかし尾状の subocular scar が adductor muscle scar のすぐ近くに発達する点では，むしろシルル系下部から知られる *Gibberella* 属に近い。また hinge に弱い Taxodont 状の歯があり，この点ではシルル系中部からデボン系中部にわたる *Herrmannina* 属にも似ている。すなわちこの新属はきわめて古い要素と新しい要素を兼ねそなえた性質を示し，系統的には興味深い属である。またオルドビス系下部から出る *Heterochilina* 属と殻の全般的な外形が類似する。残念ながらこの属の adductor muscle scar の詳細が知られていない。恐らくこの新属は今後も世界各地から知られ，その生存期間はシルル系やあるいはデボン系まで延びるかもしれない。われわれがオルドビス系中部ないし上部としたのは前述のように，この属よりむしろ小型の *Primitia* 類が中国やこれまで調べられた世界各地のオルドビス系のそれに類似している点がよりどころとなっている。これらすべての化石のより詳細な研究は将来に残された問題である。なお吉城層の下限は一の谷では蛇紋岩によって断たれている。一方一重が根ではかなり厚層であるが下限は露出がない。

V. 福地古生界研究のいくつかの問題点

これまでの福地付近の古生界の研究で，研究者によって異論があったり，全く未解決の問題も少なくない。その主なものを拾ってみよう。

a） 礫岩層の問題

上述のように福地付近には，種々の岩相を呈し時代を異にした礫岩が発達する。それらは一の谷礫岩，尾添谷礫岩，空山礫岩（集塊岩状のもの），村上礫岩などである。このなかで興味深いものは前述の一の谷入口左岸山腹にある雑色礫岩である。最近の猪郷らの調査では，これは吉城層とシルル系石灰岩を不整合に覆うデボン系福地層の基底礫岩とみられる。つまりシルル系とデボン系の間には顕著な傾斜不整合があるものとみられ，これは中国南部で認められている広西変動の延長と考えられ，日本列島の中期古生代の地史の上でも見のがすことのできないものである。問題の礫岩は一重が根裏山の含 *Encrinurus* 石灰岩付近では露出は見られない。しかし北側の蒲田川沿いの斜面の高所には転石がかなりみられ，この上位に重

第２図　leperditiid ostracodes の系統関係について　筆者らの案

なっている可能性が強い。この付近は山体に大きな谷もなく露出がきわめて悪いため詳細は不明のままである。猪郷はかつてこの付近の灰色凝灰岩の転石中に，古マツバラン科のあるものに似た植物化石が密集したものをみつけているが，これも露出を確認するに至っていない。この付近一帯の調査は残された問題のひとつであろう。

礫岩層のなかで未解決のものの一つに蒲田川沿い，神坂の南地元で大谷とよんでいる谷の入口左岸に小露出する礫岩がある。これはかつて湊（1950）の報告のなかの Loc. 1 の露出である。この礫岩の礫はほとんどが結晶片岩の大小角礫で，亀井（1952）の蒲田結晶片岩と接したように分布している。この礫岩を検鏡すると基質中に結晶片岩の細礫と共に変成鉱物の破片が多く，一種の角礫岩で，構造的に形成されたものか堆積性のものか決めかねる。いずれにしてもその時代は結晶片岩の生成以降のものであるが，詳細な研究が望まれる。

b）福地層の化石と層序

福地層の化石はきわめて豊富であり，多くの標本が採集されている。巡検や見学に訪れた人々の採集品を含めれば，持た去られた標本は莫大な量に達するとみられる。研究されたものは*Favosites*・腕足類・三葉虫のごく一部であろう。多産する層孔虫を始め四射サンゴ類もほとんど手がつけられていない。コノドント類も全般に量的には少ないが研究はこれからである。今後福地層の化石群全体を明らかにする必要があるし，これまでの研究のなかにも転石から得られたものが多く，化石層位学的にも再検討しなければならない。一重が根付近の石灰岩はシルル系であろうが別にデボン系とみられる石灰岩もあり詳細な研究が待たれる。層序に関しても，一の谷沿いに露出するものですら下流が下位とする猪郷の見解と，亀井（福地古生層研究グループ，1973）の上流が下位とする対立する意見がある。

c) 石炭系・二畳系の化石と層序

一の谷層の化石で紡錘虫・小型有孔虫・サンゴ・石灰藻については研究がかなり進展した。しかし未だ記載のすんでいないものも多い。腕足類・貝形虫も多産する層準はあるがほとんど手がつけられていない。しかし貝形虫の研究は安達によってかなり進展している。コノドント類も前部のものは猪郷の手許にかなり集まっているが，産出層準が限られていてまだ完成していない。

紡錘虫化石帯の各帯の関係で問題が残っているものもある。*Profusulinella* の最初の出現層準もそのひとつである（猪郷・安達，1981）。*Triticites* 帯と *Pseudoschwagerina* 帯の関係について，新川は両者は断層でかなりの間隙があるとしている。一の谷上流の二叉付近のやや上流には確かに断層がある。しかしかつて猪郷が両帯はほぼ連続的としたのは，この付近の谷の左岸の山腹での柱状図に根拠を置いている。この山腹には猪郷（1957）が記載した *Triticites exsculptus* などの密集した黒色泥質石灰岩から含 *Pseudoschwagerina* 黒色石灰岩へとほぼ一連の連続露頭があり，この *Pseudoschwagerina* は模式的な *morikawai* ではなく，殻壁の厚い型で，両者に大きな間隙はないと考えたのであった。この付近の露出は現在は表土によってほとんど覆われているが，前記の *Triticites* 石灰岩の小露出は認められる。新川はこの小露出を見落していると判断される。またこの付近から由来したとみられる転石中に，猪郷がかつて *Rugosofusulina alpina* として記載したものが密集する黒色石灰岩があるが，この層位学的位置は不明である。一の谷の谷地形は急峻で，露出状態は年々変化し，層位学的位置の明瞭でない化石の密集した石灰岩もかなりある。今後とも長期間にわたる地道な野外調査が必要である。

一の谷に露出する一の谷層の延長部は水洞谷や水屋が谷に露出するが，前者は堰堤の建設，後者は大崩壊により猪郷が最初に調査した頃と露出状態は大きく変貌してしまった。これらの谷の化石や産出層準，岩相変化等問題が残っている。

水屋が谷層は全般に化石は少ないが，サンゴはその一部が記載されたに過ぎないし，保存良好な腕足類などは全く手がつけられていない。

空山層にも問題が残っている。猪郷が再定義した当時は火山砕屑岩や溶岩流などを含むいわゆるシャールスタインを主体とする二畳系とし，その後の研究者もこれを踏襲した。しかしこの中にデボン系やシルル系が入っている可能性が強い。この点に関しては猪郷の指摘で古谷（1981）が一部を検討してくれた。

福地の尾添谷右岸から平湯にかけての広い地域も猪郷の研究以後ほとんど検討されていない。二畳系とみられる *Triticites* 石灰岩，*Neoschwagerina* 石灰岩などがカイショ谷で小谷等に露出するが，不明の点が少なくない。これらは今日の知識からすると，周辺のチャート，スランプ層，粘板岩，砂岩などを主体とする地層は三畳系であり，上部古生界の石灰岩などはオリストストロームの可能性が強い。これらは猪郷が再定義した平湯層群の一部であり，詳細に再検討しなければならない。何故なら，これらはいわゆる飛騨外縁構造帯の南限に直接する地層群で，その間にはマグネサイト化した蛇紋岩などが貫入している。同様な問題は西隣りの丹生川層群にもある。

VI. あとがき

福地付近の古生界は化石に富み，時代を異にした地層がせまい範囲に露出し，わが国有数のフィールドである。小論はこれまでの研究史と研究の現状を略記し，問題点を明らかにした。しかし紙面の都合もあって全部を網羅することはできなかった。終わりに，読者諸賢の御叱正を仰ぐと共に，この小論が今後の研究のなんらかの参考になれば幸いである。

福地付近の地質文献目録

ADACHI, S. (1980) : New types of agglutinated foraminifers from the Ichinotani Formation (Carboniferous and Permian), Fukuji, Hida Massif, Central Japan. *Prof. S. Kanno. Mem. Vol., Univ. Tsukuba*, 263-276, pls. 29, 30.

——and IGO, H. (1980) : A new Ordovician leperditiid ostracode from Japan. *Proc. Japan Acad.*, **56**, *Ser.* B, (8), 504-507.

坂 市太郎 (1887) : 飛驒四近地質報文. 地質要報, (3), 1-326.

ENDO, R. and HORIKUCHI, M. (1957) : Stratigraphical and Paleontological studies of the later Paleozoic calcareous algae in Japan, XII-Fossil algae from the Fukuji district, in the Hida Massif. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 28, 169-177, pls. 13-15.

福地古生層研究グループ (1973) : 福地層群 (デボン系) の四射サンゴ Rhizophyllum の産出について. 地質雑, **79**, (6), 423-424.

藤本治義 (1955) : 飛驒山地の地質研究, 特に古生界について. 飛驒山地の地質研究連絡紙特別号, 21-27.

FUJIMOTO, H. and IGO, H. (1955) : *Hidaella*, a new genus of the Pennsylvanian fusulinids from the Fukuji district, eastern part of the Hida mountainland, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, n. s.*, (18), 45-48, pl. 7.

——and——(1958 a) : Stratigraphic position of the corals in the Ichinotani Formation (Carboniferous), Fukuji district, Hida Massif, Central Japan. *Proc. Japan Acad.*, **34**, (3), 159-163.

——and——(1958 b) : The fusulinid zones in the Japanese Carboniferous. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec.* C, **6**, (53), 127-146.

藤本治義・鹿沼茂三郎・緑川洋一 (1953) : 岐阜県清見村の新発見のゴトランド系. 東京教育大地鉱研報, 2, 11-16.

——・——猪郷久義 (1961) : 飛驒山地の上部古生界について. 飛驒山地の地質研究, 44-70.

古谷 裕 (1981) : 岐阜県福地の古生代中期放散虫化石. 日本地質学会第88年学術大会講演要旨, 180.

——・西山寛志 (1980) : 岐阜県福地の古生代放散虫化石. 日本地質学会第87年学術大会講演要旨, 135.

HAMADA, T. (1959 a) : A new find of the Devonian ostracod from the Fukuji district, Gifu Prefecture, West Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, 30, 39-51.

——(1959 b) : On the taxonomic position of *Favosites hidensis* and its Devonian age. *Ibid.*, 30, 201-213, pl. 16.

——(1971) : Discovery of *Calceola* from the Fukuji Series, Gifu Prefecture, Japan. *Sci. Papers, Coll. General Education, Univ. Tokyo*, 21, 79-91, pl. 1.

猪郷久義 (1955) : 福地地方の石炭系. 地質雑, **61**, (718), 306. (演旨)

——(1956 a) : 飛驒山地福地付近の尾添谷礫岩について. 地質雑, **62**, (724), 46.

IGO, H. (1956 b) : Notes on the Osobudani Conglomerate and some Lower Permian fusulinids contained in its limestone pebbles. Part II. (On a new type of the wall structure of fusulinids). *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec.* C, 4, (40), 293-302, pls. 18, 19.

猪郷久義 (1956 c) : 飛驒山地福地付近の石炭系および二畳系, 特に一の谷層群の紡錘虫化石帯について. 地質雑, **62**, (728), 217-240.

IGO, H. (1956 d) : Notes on the Osobudani Conglomerate and some Lower Permian fusulinids contained in its limestone pebbles part I. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, n. s.*, (22), 169-174, pl. 27.

——(1957 a) : Fusulinids of Fukuji, Southeastern part of the Hida Massif, Central Japan. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec*, C, **5**, (47), 153-246, pl. 1-15.

——(1957 b) : On a remarkable *Triticites* from the pebbles of the Sorayama Conglomerate, Central Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **28**, (4), 239-246, pl. 18.

——(1958) : On the occurrence of *Koninckocarinia* from the Ichinotani Formation. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **29**, (4), 209-222, pls. 15, 16.

——(1959 a) : Some Permian fusulinids from the Hirayu district, southern part of the Hida Massif, Central Japan. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec.* C, **6**, (56), 1-24, pls. 1-4.

——(1959 b) : Notes on some Permian corals from Fukuji, Hida Massif, Central Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, n. s.*, (34), 79-85, pl. 8.

猪郷久義 (1959 c) : 加藤誠氏の批判に答えて. 地質雑, **65**, (768), 559-560.

IGO, H. (1960) : First discovery of non-marine sediments in the Japanese Carboniferous. *Proc. Japan Acad.*, **36**, (8), 498-502.

猪郷久義 (1961 a)：一の谷層(石炭系)に認められた非整合と礬土質頁岩について．地質雑，**67**, (788), 261-273.

IGO, H. (1961 b) : Middle Carboniferous corals from the Ichinotani Formation (Upper Paleozoic corals from Fukuji, southeastern part of the Hida Massif, Part 3). *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan n. s.*, (43), 127-137, pls. 18, 19.

——(1978) : The Carboniferous in Chubu Province in Carboniferous Lexicon in Japan. *Geol. Surv. Japan, Rept. no.* 258, 18-23.

——and ADACHI, S. (1980) : Two new interesting corals from the Ichinotani Formation (Upper Paleozoic corals from Fukuji, southeastern part of the Hida Massif, Part 4). *Prof. S. Kanno Mem. Vol., Univ. Tsukuba*, 309-316, pls. 36-38.

——and——(1981) : Foraminiferal biostratigraphy of the Ichinotani Formation (Carboniferous and Permian), Hida Massif, Central Japan, Part 1-Some foraminifers from the upper part of the Lower Member of the Ichinotani Formation. *Sci. Rept. Geoscience, Univ. Tsukuba, Sect.* B, 2, pls.

——, ——, FURUTANI, H. and NISHIYAMA, H. (1980) : Ordovician fossils first discovered in Japan. *Proc. Japan Acad.*, **56**, *Ser.* B, (8), 499-503.

——, ——and IGO, H. (1981) : Foraminiferal biostratigraphy of the Ichinotani Formation, Hida Massif, Central Japan. *IX Int. Cong. Carb. Strat. Geol. Compt. Rendu*, (in press).

——, KOIKE, T. and IGO, H. (1975) : On the base of the Devonian System in Japan. *Proc. Japan Acad.*, **51**, (81), 653-658.

石岡孝吉・亀井節夫 (1950)：福井県九頭竜川上流地方におけるゴトランド紀層の発見(予報)．地質雑，**56**, (653), 57-58.

亀井節夫 (1949 a)：飛騨のゴトランド紀層について．地質雑，**55**, (648-649), 120 (演旨).

——(1949 b)：飛騨古生層のある礫岩層．鉱物と地質，**3**, (1), 18.

KAMEI, T. (1952) : The stratigraphy of the Paleozoic rocks of the Fukuji district, southern part of Hida mountainland (Study of Paleozoic rocks of Hida 1). *Jour. Shinshu Univ.*, (2), 43-74.

——(1955 a) : Classification of the Fukuji Formation (Silurian) on the basis of *Favosites* with description of some *Favosites* (Study on Paleozoic rocks of Hida 2). *Ibid.*, (5), 39-63, pls. 1-4.

亀井節夫 (1955 b)：ひだ外縁構造帯について．飛騨山地の地質研究連絡紙，(7), 10-11.

——(1956)：南安曇郡の古生層．南安曇郡誌改訂版.

KAMEI, T. (1957) : Two Permian corals from the Mizuyagadani Formation. *Jour. Shinshu Univ.*, (7), 29-35, pls. 1-4.

——(1961) : Notes on Japanese Middle Devonian, *Earth Science*, (56), 1-9.

亀井節夫 (1962)：飛騨山地のデヴォン系について．飛騨山地の地質研究，33-43.

——・猪郷久義 (1955)：福地層群（ゴトランド系）より三葉虫 Cheirurus sterenbergi BOEK の発見．地質雑，**61**, (720), 457.

KATO, M. (1959 a) : Some Carboniferous Rugose corals from the Ichinotani Formation, Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., Ser.* **4**, **10**, (2), 263-287, pls. 1-3.

加藤　誠 (1959 b)：福地一ノ谷における石炭紀珊瑚化石の産出層準について．地質雑，**65**, (760), 47-48.

——(1959 c)：再び猪郷久義氏の御批判によせて．地質雑，**65**, (768), 561-562.

KATO, M. and NIIKAWA, I. (1957) : *Kueichouphyllum* from central Japan. *Earth Science*, 31, 243-246, pls. 1, 2.

加藤鉄之助 (1913)：硫黄岳噴火事項調査報告．震豫報，75, 1-73.

——(1914)：飛騨山脈の地質について．地質雑，**21**, (246), 111-119, (247), 133-140, (248), 169-185.

KOBAYASHI, T. (1958) : A Gotlandian nautiloid from the Hida Plateau in Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, n. s.*, (31), 248-252, pl. 37.

——and HAMADA, T. (1974) : Silurian trilobites of Japan, in comparison with Asian, Pacific and other faunas. *Paleont. Soc. Japan, Sp. Paper*, (18), 155 p., 12 pls.

——and——(1977) : Devonian trilobites of Japan, in comparison with Asian, Pacific and other faunas. *Ibid.*, (20), 202 p., 13 pls.

——and——(1980) : Carboniferous trilobites of Japan, in comparison with Asian, Pacific and other faunas. *Ibid.*, (23), 132 p., 22 pls.

——and IGO, H. (1956) : On the occurrence of *Crotalocephalus*, Devonian trilobites in Hida, West Japan. *Jap. Jour. Geol. Geogr.*, **27**, (2-4), 143-155, pl. 10.

小泉　斉・懸川重雄 (1970) : 岐阜県吉城郡上宝村福地の新産デボン紀三葉虫. 地球科学, **24**, (5), 182-187, pl. 1.

神津俶祐 (1911) : 乗鞍火山地質調査報告. 震豫報(71), 1-71.

湊　正雄 (1950) : 所謂村上礫岩の層位学的意義. 鉱物と地質, 3, 234-293.

——(1951 a) : 飛騨山地に薄衣型礫岩あり. 鉱物と地質, 4, 4-5.

——(1951 b) : 飛騨山地の紡錘虫の新産地. 鉱物と地質, 4, 71-73.

MINATO, M. and KATO, M.(1957) : On the Carboniferous coral zones at Fukuji, Gifu Prefecture, Central Japan. *Proc. Japan Acad.*, 33, 547-552.

NIIKAWA, I. (1978) : Carboniferous and Permian fusulinids from Fukuji, Central Japan. *Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ,, Ser.* 4, **18**, (4), 553-610, pls. 1-14.

——(1979) : *Carcinophyllum* from the Ichinotani Formation, Fukuji, Central Japan. *Ibid.*, 19, 235-240, pl. 1.

新川　公 (1980) : 岐阜県吉城郡上宝村福地地域の地質と化石層序. 地質雑. **86**, (1), 25-36.

野田勢次郎・佐藤傳藏 (1920) : 20万分の1地質図幅高山並同説明書.

OHNO, T. (1977) : Lower Devonian brachiopods from the Fukuji Formation, Central Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geol. Min.*, **44**, (1), 79-126, pls. 1-11.

OKAZAKI, Y. (1974) : Devonian trilobites from the Fukuji Formation in the Hida Massif, Central Japan. *Ibid.*, **40**, (2), 83-94, pls. 8, 9.

小貫義男 (1960) : 上部古生層に賦存する粘土層の地質学的意義並びにこれに関連する諸問題. 東北大理科報告（地質学）特別号, 4, 461-470.

田中邦雄・小林国夫・亀井節夫(1952) : 沢渡礫岩の層位的位置. 信州大学教育学部研究論集(2), 108-116.

YABE, H. and HAYASAKA, I. (1915) : Paleozoic corals from Japan, Korea and China. *Jour. Geol. Soc. Tokyo*, 22, 55-70.

(1981年5月15日受理)

地学雑誌 90, 5 (1981)

最近の天気予報をめぐる話題

窪 田 正 八*

Topics Concerning the Recent Weather Forecasts in Japan

Shōhachi KUBOTA

Abstract

Japan Meteorological Agency has recently introduced the developed scientific and technical achievements and, as a result, the operational system of weather forecarting has been changed conspicuosly.

Among those changes the NWW (National Weather Watch) and probability expression of weather forecast are the highlights. The outline of this project and expression is described in the present note.

I. はじめに

天気予報は予側技術を基礎にしているが，それだけでは天気予報にはならない。予測した結果を社会が求める情報に作り変え，なるべく早く提供してこそ意味がある。これが予報である。

したがって，自然を観測して，天気予報を出すまでの間には，データの収集，処理，情報の作成，伝達という働きがはさまれており，地球上に広く広がった観測データを使わなければならないから，天気予報が出るまでには，時間がかかる。たとえば，極東地域のデータを使って1日予報を出すには，4時間ぐらいの余裕があればよいが，2，3日先の予報になると少なくとも北半球の資料が欲しくなり，6時間以上はかかる。

第1図は，ここに述べた観測から天気予報に至る過程を示したものである。図中に見られる，観測，通信，処理などのサブシステムはそれだけでも巨大なシステムであり，これらを有機的に結び天気予報などの情報を早く出すため高度な通信技術やコンピューターの導入を図っている。

* 元気象庁 Formerly Japan Meteorological Agency

II. システム化への道

一昔前，NHK-TV で「風のうしゅまえ」というドラマが放映されたことがある。主人公が一人であらゆることをこなす姿と，沖縄の人たちとのいきいきしたつながりを描いたものである。そこには，現在の人には見られないような生き甲斐の姿が映し出されていた。

最近では，各仕事は分業化され，頭脳的働きと強大な処理能力をもったコンプューターを中心にして，これらの部分を有機的に結びつけている。このシステム化への道は，人間臭さが薄く，作業の標準化，情報の画一性と客観性が色濃く出ているのがわかる。

システムがトータル化されると，1カ所で犯した誤りがそこに局限されず，全体に悪影響を及ぼすことが多い。又，人間の環境変化への対応には固有の時間があるから，システムの年齢構成や能力構成への評価と理解に誤りがあると，システム変更に要する時間との間にギャップが生じるので，将来に大きな禍根を残すことになる。このような情況の中で移行を円滑にするためには，技術研修と並んで職員の自発的理解が大切である。そのほか，気象業務を担う事業体は日本全国に広ま

第1図　天気予報のできるまで
気象庁では，北は北海道の稚内から，南は沖縄の与那国島，さらに東は南鳥島に至る広い地域の気象台・測候所・観測船などで観測した気象データを本庁に集め，大気の状態を解析し，天気予報や気象情報として社会に提供している。

り，しかも地球規模の現象を扱っているので，単一の事業体とは異なる難問をかかえなければならない。それにもかかわらず，どうしてこのように面倒なことをしなければいけないのだろうか。サービスの向上はわかるとしても，それほどまでして予報を早く出す必要はないのではないか。もっと，予測の精度を高めれば，天体の運行のようにゆっくり出せるし，諸事簡単になる。これは予測精度の向上こそまずやるべきだという考え方にもなるが，残念ながら予測の精度には一定の限界がある。これを，物理的に考えた範囲内でみても，大気の1カ月以上先の状態や，数時間先の積乱雲のふるまいを完全に予測することはできない。あるいは，可能だとしても，相当先のことであるから，サブシステムのつなぎを有機的にして時間短縮を図り，生きのいいうちに情報が利用者の手許に届くようにしなければならない。

III　NWW（国内気象監視計画）

1)　気象庁への不満と飛騨川バス転落事故

気象庁の予報業務に対する一般社会の不満を整理すると，予・警報の内容があらいことと，長期予報の精度が悪いことになるようである。前者に関連して，今から10年ほど前に飛騨川で起ったバスの転落事故について触れておきたい。

この事故は，“会社からみると予期できなかったであろう”集中豪雨におそわれ，観光バスが飛騨川に転落して多数の死傷者を出した事故である。ある程度予測らしい情報を出していたので，裁判所の気象庁に対する判断は緩やかであったが，人命をあずかるバス会社に対しては，かなり厳しい判決であった。おそらく，バス会社にしてみればかなりの不満があったのではないか。気象庁の情報の確度が高かったら，こうはならなかったのにと考えたに違いない。

その頃，気象庁が出す“集中豪雨”に対する警報の技術は今日ほどは発達していなかった。大体は，雨が降ったのを確認してから警報を出すことが多く，それより数時間前に出す情報はポテンシャルを注意する程度のきめのあらい情報であった。それでも，降水量が危険限界値に達してからも，災害の発生までには時間があるから，実況（警報）を早く知らせることができれば有効である。すなわち，この時点で一番大切なことは，1）降雨実況の把握と，2）通信の高速化であった。しかし，一般に集中豪雨を起す積乱雲のスケールは10〜20km といわれるのに，当時，気象庁がもっていた観測の網の目は 100 km の程度であったのである。

国会でもこのことを重く考え，1)降雨の観測に必要な気象庁独自の観測網の展開と，2)自前の観測網の完成までは，電力や建設など他機関の協力

を求めてデータの収集に努めることが求められた。

以上が現在進行中の NWW 計画の発端となった飛騨川バス転落事故の一部始終である。幸い，気象庁は以前からきめの細かい観測網を必要と考え，地域気象の実験観測網を展開し，研究していたので，いち早く立ち上って国会の要請にこたえることができた。

2)　きめ細かい情報

NWW 計画の内容は１）情報をきめ細かくし，２）注意報・警報（以下「注・警報」と略記）は早く利用者の手もとに届くように通信と処理の施設を整備することである。そのため，これまでは府県単位で出していた予報域を３つぐらいにわけたり，目先数時間については，天気の変化を時間的にきめ細かく予報することを計画している。

今までは，予報が雨といったとき，気象庁に少しでも雨が降れば当りということになるが，東京全体に一様に降ることは意外に少ないから，一般の人の感覚と気象庁の自己採点との間にはずれがあった。

気象現象では，スケールが小さいほど寿命が短く，予測可能時間も短くなるから，集中豪雨の予測精度と予測可能時間が伸びたとしても，依然情報の処理と伝達の高速性に対する要求は強いのである。

以下に現在の注・警報の出し方を述べてみよう。先にも述べたように，12時間以上先の予測は確度が低いが，天気図の移り変りや，数値予報の結果をみていると，莫然とではあるがあぶないなと思うことがある。この時点で出す情報がポテンシャル予報といわれるものである。それが進んで６時間以内になると，全国20カ所のレーダーによるエコー図やアメダス*)による（20分毎の入手も可能）雨量分布図をみながら注・警報を出すようにする。レーダーは降雨の連続分布を与えはするが，それから得られる雨量の値は精度がよくないので，アメダスが観測する実況値によってその値を補正して使うようにする。現在，人手による両者の総合には時間がかかるのでコンピューター処理ができるように計画を進めている。

アメダスの網の目の大きさは，平均17km になっているので，殆んどの集中豪雨が捕捉されるが，なお降雨量の変化や移動方向の予測精度が高まれば，情報価値が大きくなることは明らかである。数値予報（流体力学や熱力学の方程式を大気に適用し，大気の流れなどの物理量の予測を数値的に計算する方法）から得られる予測値を活用することが考えられている。また，アメダスの網の目の中間状態を推定したり，数値予報資料と組み合せた情報が作れるようにレーダーエコーをディジタル化して送る計画も進められている。

3)　見逃しと空振り

災害につながる大雨があっても，注・警報を出さないのを見逃しという。雨が降ってから災害が起るまでの間にはある程度余裕があるから，降雨が一定量に達してから注・警報を出しても間に合う（防災活動に必要な時間の余裕をみて）ことがあるが，最近では，生活環境の構造が自然災害に対して弱くなっているせいか，時間の余裕が少なくなっているようである。こういう意味からも，なるべく早い時期に注・警報が出せるように予測時間を伸すように努力する必要がある。

また，空振りという言葉は，災害が起りますよと脅しておいて実際には災害が起らない場合に用いられる言葉である。気象庁が注・警報を出すときは，直接災害を予報しているのではなく，府県毎に決められた降雨基準に達するか否かを予測して出すのである。そして，この基準は過去のデータに基づく降雨量と災害との関係をみて決定されるのであるが，次の理由からかなり幅の広いものになっている。すなわち，イ）例数が少ない（同一カ所にそれほど頻繁に災害が起るわけではない），ロ）災害が起った場所あるいはその付近に降雨の観測があったことが少ない（これからは，アメダスの資料が蓄積されるから改善されるはずである）。ハ）自然環境は変化が激しく，災害に

*)　地域気象観測システム〔Automated Meteorological Data Acquisition System〕(AMeDAS)，気象の常時監視強化の目的で，全国約1300カ所に有線ロボット気象計を設置し，電話回線によるデータ通信を用い，自動的・即時的にデータを収集し，気象官署に配信するシステム。冬季の積雪には有線ロボット積雪深計が設置されている

強くなったり，弱くなったり，あるいは災害が転移したりということがみられる。護岸工事などで大河川が強くなった分だけ中小河川が弱くなっていることなどは転移のよい例である。その大河川ですら100年に1度といった大雨に対する保証はないのである。ニ）最後にあげられるのは，災害発生のメカニズムがはっきりしていないことが多いことである。

したがって，気象庁としては基準の見直しに努めてはいるものの，一般社会は，警報を災害に直接結びつけてみているようである。

また，殆んどの災害は一部に限られているので，府県単位で出される注・警報は防災活動に従事している人を除くと，一般社会の人には空振りと映るのではないかと思う。しかし，これは最近のマスコミの発達で漸次薄れてきているようではあるが。

実際に注・警報を出す予報官にしてみれば，あまり空振りが多いと狼少年の例に洩れず，世間が気象庁を信用しなくなるのではないかと思って心配する。もちろん，そうなっては大変だから空振りを減らすように努めなければならないが，そのために，見逃しが増えたのでは何にもならない。見逃しの増減が空振りの回数と逆関係にあることは，過去の実績からも，また，これまで述べてきた注・警報の出し方，あるいは，その基礎になる予測技術の限界を考えても，おのずから知れる。したがって，最近の気象庁は，空振りをなくすよりは，見逃しをなくしてゆくことに重点を置いた指導をしている。

それでは，どのくらいの空振りなら許されるのだろうか。見逃したとき，「それは技術の限界を越えていました」とはいえなくなっていることは，気象庁としては一方の逃げ道をふさがれたようなものであるから，ややもすると安易に警報を出して空振りに走る危険はあるかもしれない。ところで地震情報に対する社会の反応をみてもわかるが，災害の程度が大きい警報ではある程度の空振りは許されていると思うが，それも誰がみてもやむを得ないと認められる時に限るのではないか。

4) 明白予報など

注・警報にくらべると，1日程度先の予報では，予測情報の精度と内容のほうが問題になってくる。使う立場からいうと，予報の確度をつけてもらったほうが使い易いということもあって，「きめ細かさ」に加え，後述の確率表現を用いるようになった。現在，東京地方でテストしているが，仲々評判はよかったので，4月から全国に広めることになるだろう。

その他，今まで気象庁ではやっていなかった三種空港の飛行場予報や沿岸波浪予報などもNWW計画の目玉商品になっている。

IV. 予測技術——気象庁への期待と観天望気

戦前，気象庁は中央気象台と称し，文部省に所属していた。その頃に比べると，運輸省の外局になってからの気象庁の性格は随分変ったように思う。もっとも，筆者などは文部省時代のことはあまり知らないから垣間みて推察するだけだが，その頃に比べて，現在はアカデミックな色彩が薄くなったばかりでなく，サービスにしても受け取る側の立場にたつように努めており，昔なら学問技術の限界だといって避けていた事柄についても何とか方策を見出そうと努力している。また，近代技術の粋を集めている点でも隔世の感がある。気象衛星ひまわり，気象レーダー，アメダス，予報解析システム，自動気象資料編集中継システム（アデス）などの巨大システムが威容を誇っている。

このような気象庁の特質についてはシステム化への道のところで触れたが，おそらく社会の気象庁に対する期待と要望は我々の思いを越えてふくらんでいるのではないか。気象庁が入手したデータを一般社会も自由に使い，自分なりに料理してみたいと考える人が増えてきている。テレビを初めとしたマスメデヤが様々の形で妍を競う姿は，まさにこのような社会の要望を受けてのものであろう。

これまで，予報はつねに国家機関である気象庁が与えるものと考えてきたが，多種多様な社会からみると気象庁の情報はあまりに一般的すぎるということから「予報も俺が」という考えが出るのも無理からぬことと思えることがある。その一つに観天望気というのがある。局地性が強い現象や，変化の激しい気象の予測には有効だといわれ

る。山登りをした人はよく経験することだと思うが，高気圧の真中だからと安心して出かけると午後になるとにわかに天気が悪くなって，ひどい目にあうことがある。筆者も，九州やスイスで土地の人にきいたことがあるが，そこに住んでいる人は，過去の経験から，土地の天気変化についてかなりのことがいえるようである。こういう問題の対処には難かしい問題があるように思えるが，基礎知識を具えた予報官が，充分経験を積み，気象庁が作る資料を使いこなすのが一番よい予測を与えるのではないか。しかし，実際の問題になるといろいろ面倒なことがあり，情報の性質を見ながら，その情報の目的や経済効果の一般性などを考えた上でその都度どこがやるかを決めていくのがよいのではないだろうか。

V. 天気予測の確率表現

1) 予測技術の限界

気象現象は，たつ巻・雷雨・大雨・寒波・日照りなど様々であり，短い周期の現象と長い周期の現象が複雑にからみあっている。第2図は，これら天気現象の寿命と規模との関係を示した図である。このように複雑な気象現象の予測法を大別すると統計的方法と物理的方法とになるが，何れの方法も過去に人類が蓄積した地球大気に関する知識に基くことに違いはない。また，人間の経験による方法も，それが客観性に欠けるところがあることを別にすると，上述の方法の外に出ることはない。

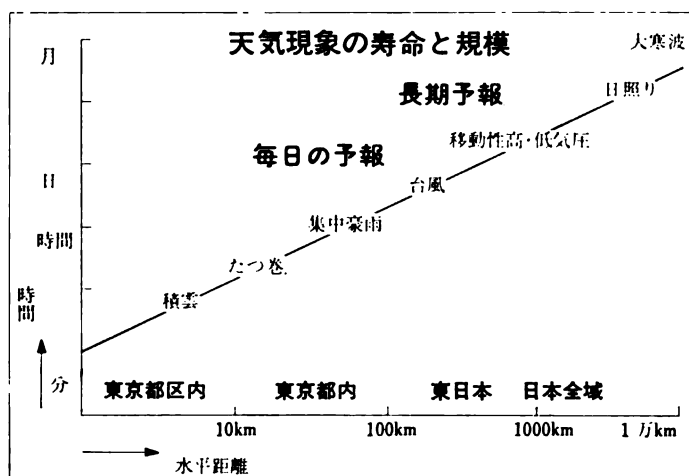
そこで，予測技術を主として物理的考え，すなわち数値予報の立場からみると，相当将来にわたって，予測技術には限界があることに気付く。観測網の整備が完全にはできないことと，気象学が未熟であるためだが，両者はまた深くからみあっている。しかも，大気は，第2図からもわかるように，大変複雑で，その予測精度を天体運行の予測精度にまで高めるのは不可能である。たつ巻や積乱雲をその都度観測できるような観測網の展開は不可能だし，1カ月以上の予測になると，誤差の蓄積のため，平均値のような統計量の予報以外は当分望めないのではないか。

2) 自然現象の確率性

気象に限らず，自然現象は複雑であり，つねに不確定な面が多く，双六をふる場合や気体運動論統計力学の場合のように簡単ではない。したがって，気象現象では双六をふるとき1の目の確率は6分の1といったような固有な値は存在していない。また，例数が少ないため厳密にはいえない問題がある。

確率の意味を広辞苑は「いくつかの事件の生ずる可能性がある時，事前に予想して，特定の一つの事件が起る可能性の程度を，その事件の起る確率という」と説明しているが，どうしてその値を求めるかはふれられていないが，われわれにとってはそこが問題なのである。

3) 気象庁の天気予報の確率表現

気象庁では確率表現があまり主観的にならないように次の方法を用いている。すなわち，数値予報から得られたある場所の「うず度」とか「上昇流」などの値を用いて，その降水確率を出している。この場合用いる係数は，過去に得られた上述の物理量の予想値に対し実際に降水のあっ

第2図

た割合を用いている。今のところは，そこの場所の物理量と降水現象との関係をみているが，物理的にみるとある程度の広がりをもった要因を使ったほうがよいのではないかという考えがある。

数値予報の結果得られた物理量にはかなりの誤差があるので，観測から解析された物理量と降水実況との間に成り立つ関係を用いても結果はよくないので，予測された物理量と降水実況との間の関係を用いている。また，数値予報モデルを変えようとする時，確率表現に必要な資料を作りなおさなければならないという問題があるが，計算時間に余裕が作れれば大した障害にはならない。

こう見てくると，客観的な確率表現を可能にする為には過去の資料の蓄積が必要のようである。地震とか，海洋では現象の発生が確率的であるといってもその客観的な確率表現は難しいのではないか。

4) 長期予報の確率表現への提言

これまで述べてきたところでわかる通り，確率表現を可能にするためには，客観的かつ定量的予測法の確立が必要であることがわかる。これが確立されさえすれば，過去の資料を使い確率表現に必要な関係式が計算できる。幸い，最近，数値予報の進歩は著しく，1週間予報は射程距離に入り，1カ月予報ですら夢ではなくなった。時間の問題だとさえいわれる。おそらく，物理因子（要因）の取り方に一工夫あれば，立派な確率表現ができるようになると思う。

問題は，それより長い3カ月とか半年とかいう長期の予報である。この領域では，予報官の主観的総合という定量化できない方法が主役を占めている。しかし，絶対ないというわけではない。今やっている方法から“綜合判断”の部分を除けば，類似法，相関法，単純外挿，週期法，あるいはそれらの組合せなどが出てくる。

これらの方法から得られる予測値の（実況からの）はずれの確率分布のシャープさをみれば，それぞれの情報の評価，使い方がわかるばかりでなく，従来の方法の位置づけもはっきりしてくるのではないか。予報精度の向上と予報精度は現状のままとして確率表現を導入することとを比べてどちらが情報としての価値が高いかの検討あるいは，精度の向上に要する年月の見通しを含めて，客観的確率表現に向って一歩踏み出して欲しいと思う*)。

5) 確率予報の将来

これからの確率予報は長期にしろ短時間にしろ，数値予報を軸として一層の進歩が期待されるが，何にもまして重要なのは，情報を出す側も，受け取る側も，ともに「確率的思考」に習熟することである。決定論的思考に慣れた日本人には戸惑う面もあるが，われわれはテレビ・ラジオを通して空間・時間について一定の広がりをもった考え方をするようになっているし，工場では品質管理などを通じて高度な統計技術にもふれているのであるから，一層の確率予報の発展が期待できると思う。

一般に商品の販売に重要なのは信用である。日本の工業製品は厳密な品質管理により高い評価を得ている。これは，QC によって，粗悪な商品を出さないようにしているためであるが，われわれが出来ることといえば多少品質は落ちていても嘘いつわりのないところをみせることではないか。そういう意味では，従来の予報に比べると，客観的に自信のないものはないとして出すのだから確率予報のほうがよい筈である。弱肉強食の中にあって生き残るには，利用者の信用と信頼を獲得するしかないではないか。これが筆者の結論である。羊頭をかかげて狗肉を売るのは止めようではないか。

VI. むすび

これまで，最近の天気予報をめぐる幾つかの問題の中で，筆者が気象庁在職中関係したことを思いつくままに書きつづった。中には緒についたばかりのもの，あるいは計画中のものもあるが，最近変りつつある予報の姿と背景の概要を伝えたつもりである。

最後に，この報文の作成に当って，種々コメントを頂いた気象庁の方々に，感謝の意を表したい。

(1981年3月9日受理)

---

*) 気象庁では，各予測法の精度の向上が前提条件であると考えている。

地学雑誌 90, 5 (1981)

中国古代の海陸変遷に関する認識

(中国自然科学史研究所主編：「中国古代科技成就」，中国青年出版社，1978年，311～315頁より)

Ancient Chinese Knowledge of the Changes in Land and Sea

陳　瑞　平
張　麗　旭訳注*

CHEN Ruiping
(translated and annotated by)
Li-Sho CHANG

海陸の変遷は地殻変動の重要な一面である。中国では非常に早くから地殻変動に関する思想が現われた。たとえば「周易」(易経)の中に“地道変盈而流謙”〔“地道は盈を変じて謙に流き”(高田真治・後藤基巳訳「易経」，岩波文庫，1969年，上，177頁参照)〕という見方があり，地殻の高低や形態は変化することがあると見ている。古い昔の「詩経」にも“高岸為谷，深谷為陵”〔“高い岸が谷になり，深い谷が丘陵となる”(小雅，節南山之什，十月之交参照)〕という記述がある。陸地と海洋に対する観察と認識が深くなるにつれて，このような地殻変動に関する思想も次第に発展し，差別の著しい海陸も転化し海陸変遷も起り得ることを認識するに至り，しかもこれに対して相当な科学水準をもつ論証をなした。

“滄海桑田”(滄海変じて桑田となる)という概念は，中国古代の海陸変遷の思想を表現した真に迫る術語である。晋代の葛洪(283～363)はその著「神仙伝」(第7巻，麻姑伝)の中で，神話の出来事としてこのような認識を表現した。彼はこう書いている：“麻姑謂王方平曰：‘自接待以来，見東海三為桑田。向到蓬莱，水乃浅于往昔略半也。豈復将為陵陸乎。’方平乃曰：‘東海行復揚塵耳。’”〔“麻姑(仙女)が王方平(仙人)に言った：‘初めて御目にかかってから東の海はみたび桑畑になった。いま蓬莱に向って海水が昔より浅くなってほぼ半分に減った。また陸地になるぢゃなかろうか。’方平が答えた：‘東の海はやがて又ほこりが立つようになろう。’”〕この神話の物語の主旨は，そもそも東の海の地域には過去も海陸の変遷が起った所で，現在もまさに浅くなりつつあり，将来またほこりが吹きあがる陸地に変り得るということである。ここでいう東海はあまねく中国東部の海を指す。晋代以前に中国人の祖先がすでに早くから東の海の浜辺に活躍し，黄河と揚子江との三角洲が絶えず海に向ってのび，近海に沙洲が出来ることを知っていた。それで上述の神話の中の海陸変遷の思想はある実際観察に基づくもので，決して虚構や憶測のものではない。併しそれはやはり神話だけに海陸変遷のわけをのべていない。〔この神話はその後の中国知識界に広く知られたようで，たとえば初唐の盧照鄰(641～676)の「長安古意」の詩に“節物風光相待たず，桑田碧海須臾にして改まる”の句があり，劉廷芝(651～?679)の「代悲白頭翁」の詩にも“已に見る松柏の摧けて薪となるを，更に聞く桑田の変じて海となるを”の句がある。(前野直彬注解：「唐詩選」，岩波文庫，1961年，上冊，74頁及び84頁参照)。又唐以前では徐岳の「数術記遺」に“未識刹那之賒促，安知麻姑之桑田”(“刹那の長短を知らずして

* ( )及び〔 〕内はすべて訳者の注である。

なんで麻姑の桑田の意義が分る")があり，又これに注釈を加えた北周(557～581)の数学者甄鸞は麻姑と王方平の対話をそのまま引用している。〕

唐代になって海陸変遷の認識は前より一歩進んだ。顔真卿（709～785）は「撫州（江西省）南城県麻姑山仙壇記」(「顔魯公文集」，第13巻）の中で葛洪の上述の神話を引用した後に継いでこう書いている：麻姑山"東北有石崇観，高石中猶有螺蚌殻，或以為桑田所変。〔麻姑山の"東北に石崇観（道士の居る所，即ち道宮又は道観）があり，高い岩の中になお巻貝や二枚貝の貝殻類があって，あるいは桑田変じて滄海になったためだろうといわれている。"〕明らかにこの一節の論述は一方では滄桑の変で海相貝殻類が高所の岩石の中に現われるゆえんを解釈し，他方では又これらの貝化石が高い岩石の中にあるので，ここでは滄桑の変が起ったのだと認識した。これで海陸変遷の認識にある程度の科学性を備えさせた。有名な詩人白居易（楽天，772～846）は海浜の情況の実際観察を通じて滄海桑田の思想を表明した一首の「海潮賦」を作った："白浪茫茫与海連，平沙浩浩四無辺，朝来暮去淘不住，遂令東海変桑田。"〔"白い浪は茫茫として海とつらなり，平たい沙浜はひろびろとしてはてしなく，朝な夕なによせては返すうしおにながれてやまず，ついに東の海をば桑畑に変えさせむ。"（浪淘沙六首の第2首)〕このわずかな幾句は彼の滄海変じて桑田となる過程に対する認識を反映し，たとえ彼の解釈はまだ不充分にしても，彼の指摘した事実即ち波浪が陸地の泥沙を侵蝕し海中に運搬して沈積させることは，確かに海を充てんして陸地にする一種の地質作用である。これは彼が滄海変じて桑田となる過程についてすでにある程度正確な認識を持っていたことを示している。

北宋の沈括（1031～1095）は陸海変遷の認識を又一つの新しい段階におし進めた。彼はその著「夢渓筆談」の中でこう書いている："予奉使河北，遵太行而北，山崖之間，往往衘螺蚌殻及石子如鳥卵者，横亘石壁如帯。此乃昔之海浜，今距東海巳近千里。所謂大陸者，皆濁泥所湮耳。堯殛鯀于羽山，旧説在東海中，今乃在平陸。凡大河，漳河，滹沱，涿水，桑乾之類，悉是濁流。今関，陜以西，水流地中，不減百余尺，其泥歳東流，皆為大陸之土。此理必然。"〔予は河北省に出張したことがある。太行山にそうて北に行くと山崖の間にはときどき巻貝や二枚貝の貝殻類及び鳥の卵に似た礫を含む層が岩壁に帯(おび)のように横に連っている。これは昔の海浜であって，今では東の海とすでに千里近くも隔てている。所謂(いわゆる)陸地というものは皆かつて濁泥におわれたものだ。堯は鯀（夏の禹王の父）を羽山へ流刑に処した(書経，舜典)。古い言い伝えによると羽山は東の海の中にあったが，今では平地にある（山東省の郯城県東北あるいは蓬莱県東南の2説がある)。およそ黄河，漳河，滹沱河，涿水，桑乾河のごときは皆濁流である。現今の関中，陝西省以西では河水が地中に深く切り込み，百余尺以上もある深い谷の中を流れ，その泥は年年歳歳東の海に運ばれて，いづれ大陸となるべき土である。これは理の当然である。(第24巻，157頁)〕明らかに沈括は既に綜合分析の方法を採用して先づ太行山麓の岩石中に海相貝化石を含むことや海浜には時時比較的によく円磨された礫が分布する特徴があることによって，この山麓一帯は過去の海浜であったことを論証した。又社会歴史の遺跡と自然環境変化の歴史との比較方法を用いて一歩進んで現在は千里の平原の地方だが，過去は海洋であったと説明した。更に大海が陸地に変る物質の来源とその輸送経路や，陸地の形成が長い歳月にわたる沈積の形で進行すること等から，海洋が陸地に変化する問題を論証した。彼は黄河，漳河等の泥沙の含量が甚だ大きく，現在西北の黄土高原地区では河流が絶えず下刻侵蝕を続けるので河床は深くなり，河水は既に100余尺以上の深溝や峡谷の中を流動するに至り，侵蝕されたこれらの泥沙はことごとく河水によって東方に運ばれて海洋をうめる。現在でも華北平原の海浜ではなおこの種の陸化形式で陸化が発展しつつある。このように沈括はわりと全面的に華北平原の形成をせん明したのみならず，又海陸変遷の現象をも有力に論証し，起源がはなはだ早かった滄海桑田の説をもっと科学的な基礎の上に築いたことがうかがわれる。沈括以後では，南宋の朱熹(1130～1200）が海陸の変遷についても論述したことがある。彼が"海宇変動"について語った時"水の

極めて濁ったのが地になった；”“はじめは大変柔らかだったのが後になって固く凝結した。”それから又こう言った：“嘗見高山有螺蚌殻，或生石中。此石即旧日之土，螺蚌即水中之物。下者即変為高，柔者却変為剛。”〔かつて高い山で巻貝や二枚貝の貝がらが丸で石の中に生じているのを見た。この石は昔の土で，貝類は水の中に生きていたものだ。低かったものが高くなり，柔かかったものが固いものに変ったのだ。”「朱子語類」，(第1巻)〕この一節の論述からわかるように，彼は単に海陸の変遷が起り得ることを信じたばかりでなく，又海洋中に沈積した柔軟な泥が長期の地質作用のもとで凝結して堅硬な岩石に変り得ることをすでに認識するに至った。これは科学的道理にかなっている。しかし朱熹はやはり唯心主義哲学者で，彼の唯心主義的哲学観点は彼の科学理論の研究を著しく妨げ，海陸変遷を災変論のぬかるみに導き，彼をして天地は12万9千6百年に一度大開合を起す，高山に見られる貝がらがその証拠だといわせた。宋代では水中の沈泥が岩石を形成するという論述は，朱熹一人だけではない。朱熹より前に杜綰がその著「雲林石譜」(南宋紹興3年即ち1133年つけの序文がある）の中で論述した。杜綰は潭州（湖南省）湘郷県と甘粛省隴西県両地の魚の化石を研究した際に，明確に“歳久土凝為石”(“年久しければ土こって石となる”)という見解を出した。宋代以後でも中国では引き続き海陸変遷についてなお探究を進めた者がいて，しかも海中の沈積情況を測量する試みが現われた。たとえば元朝の文宗（明宗の誤り？）天暦元年即ち1328年に，ある水利部門では人を浙江省塩官州の海浜の防潮堤の外に派遣して測量させる組織をつくり，ある一定の期間をおいて海深を測量させ，それぞれの測量値を比較した結果，海底が沈積物のために浅くなったことを証明した。堆積で浅くなることは防潮堤の安全に有利なので，塩官州を海寧州に改称した。「浙江通誌」第62巻参照。

海陸の変遷は複雑な地殻変化の一過程である。その中には検討すべきあまたな地質作用の法則があって多くの科学方法で鑑定せねばならぬ。上述の情況からわかるように，中国古代にはすでにこの領域で多方面にわたって貢献した。その中でも沈泥から岩石になる作用についての見解は，欧洲学術界に同様な考え方が出たのと比較して非常に早かった。沈括が滄海桑田の過程を論じた際に提出した沈積平原の形成原理と，彼が同じく「夢渓筆談」(第24巻，158頁）で述べた雁蕩山（浙江省温州付近）などの地に関する流水侵蝕地形の形成原理とは，欧洲の学術界では18世紀末になってやっと英国人のハットンが同様な原理を提出したものである。顔真卿，沈括等は更に化石の地質学的意義を解釈し，又化石を利用して海陸変遷のごとき地殻変化を解釈した。これも地質学上の偉大な成就の一つである。いわゆる化石とは岩層中に保存されている古代の生物の遺体あるいはその痕跡である。化石は地殻変動の重要な証物であって，ある一定の化石はその生物の生活環境の変革の情況をよく説明し，又地殻情況を含めての自然環境の変革をもよく説明し得るからである。現代科学では地殻変動を鑑定する方法はいくらもあるが，化石は依然として地殻変動を推定し地層の相対的年齢を測定する重要な根拠である。欧洲では古代ギリシャの著作の中にも化石に関する記載や化石に対する認識の記載が若干あるが，このような研究は発展しないままに中断してしまった。文芸復興の時期になって又だんだん発展して来たが，これは中国唐代の顔真卿に比べて700年も遅れ，宋代の沈括に比べて400年遅れている。事実上，中国では顔真卿はまだ最初に化石の成因を解釈した人ではない。彼より2百余年も前に，南北朝の陶弘景(456～536)がかつてこう言ったことがある：琥珀は“古い言い伝えによると松やにが地中に埋もれて千年もたてば出来る”と〔李時珍（1518～1593）著「本草綱目」，第37巻（原文は第17巻と誤植）より〕。陶弘景以前に中国古代の人が既に化石の成因について，地質学的意義を解釈したことがわかる。

(1981年2月19日受理)

地学雑誌 90, 5 (1981)

最近の中華人民共和国地質学刊行物に就いて

小 林 貞 一

Recent Publications in Geology of the People's Republic of China

Teiichi KOBAYASHI

近年中国の地質学に関する貴重な成果が相継いで発表されている。私はその一部に接しているのであるが，主に1979～80両年に発行された顕著なものに就いて述べる。

I. 中国大地構造図

1：4000000 中国地質科学院地質研究所構造地質室編制

黄汲清指導 1979，中国大地構造及共演化

1：400万中国大地構造図簡要説明

黄汲清教授指導 任紀舜・姜春発・張正坤・秦徳余執筆1980，構造地質学論文集

1976年に先寒23，古生界34，中生界23，新生界13，系間及び未詳層群21，火成岩26，第四紀類型別27，総計167に区別した400万分1の中国地質全図が出版され，同年1千分1の中国地質構造図も出版された（本誌89巻第3号，1980）。今回の地質構造図は地質全図と同じ縮尺であって説明書もまた附されている。本構造図は

Ⅰ．前古生代地台基底及蓋層

Ⅱ．古生代以来の地槽（地向斜）主旋回(輪廻)褶皺及其蓋層

Ⅲ．岩漿活動 1．酸性及中性侵入岩，2．超基性岩・基性・礆性侵入岩，3．火山岩

Ⅳ．陸相撓曲陥没

Ⅴ．断裂（fracture)

Ⅵ．其他

の6種に大別し，各種が細別され，計73の範例に併せて中国構造旋回劃分及大地構造発展簡表が附してある。

本図の説明書124頁16図版は1．方法と理論の問題，2．中国構造旋回劃分，3．中国主要構造単元簡述，4．中国地槽（geosyncline）及び其主要特点，5．中国の深断裂と深層構造，6．中国大地構造演化（進化）の6章からなっている。

構造旋回としては先寒紀に阜平（約25億年まで），五台（20～25億年），中條（約17億年），武陵（14億年），楊子（8億年）の5者，古生代に興凱旋回（寒武前中期に主褶曲期），加里東（志留・泥盆紀），華力西（二畳中期迄）の3者，中新生代に印支(三畳紀)，燕山（侏羅・白亜）喜馬拉雅（第三紀一第四紀初）の3者を識別している。

地台乃至準地台（paraplatform）としては中朝・楊子・塔里木・南海の4者，地槽褶皺区としてはサヤン―バイカル，天山―興安，崑崙―秦岺，滇蔵（雲南―西蔵），ヒマラヤ，沿太平洋，西太平洋島孤の7者を挙げ，中国東部陸縁盆地及び辺縁海盆を附している。

断裂系統としては古亜洲系（主に北部の準子午線方向のもの）環太平洋系（東部の北東性のもの），特提斯―ヒマラヤ系（西蔵ヒマラヤから西康雲南に亙り主に山系に準ずるもの，一部これと交錯）の3系がある。更に深い断裂を高次のものから(1) 超岩石圏(translithospheric)，深断裂帯，例えば雅魯蔵布江（Tsangpo）深断裂帯，(2) 最重要の剪性（shear）深断裂帯，例えば阿爾金（Altyn）一北山深断裂系，および(3) 殻断裂（crustal fracture）としてシマ的とシアル的の2類とに分けている。

最後に中国の構造旋回と大地構造の発展を古中国地台逐歩形成・古欧亜大陸逐歩形成と発展・沿太平洋とテチス・ヒマラヤ構造区の強裂な活動の

Era	Period	Epoch	Isotopic age (m.y.)	Subdivision of orogenic cycles			Important events of tectonic development of China	
Cenozoic	Quaternary	Q	1.5±0.5	Alpine	Himalayan	H^2	Collision between Indian & Eurasia, uplift of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau, formation of island arcs & marginal seas of the western Pacific	Intensive activity of M-P and T-H
	Tertiary	N_2	9±3					
		N_1	25±2					
		E_3	37±2					
		E_2	58±4			H^1		
		E_1	67±3					
Mesozoic	Cretaceous	K_2			Yanshanian	y^3		
		K_1	137±5			y^2		
	Jurassic	J_3						
		J_2				y^1	Destruction and disintegration of P-A; intensive activity of M-P & T-H	
		J_1	195±5					
	Triassic	T_3			Indo-sinian	I		
		T_2						
		T_1	230±10					
Palaeozoic	Permian	P_2		Variscan		V^4	Consolidation of Central Asiatic-Mongolian... geosynclines; cementation of Siberian Platform with Sino-Korean & Tarim Platforms; formation of P-A	Formation and development of P-A
		P_1	285±10					
	Carboniferous	C_3				V^3		
		C_2						
		C_1	350±10			V^2		
	Devonian	D_3				V^1		
		D_2						
		D_1	405±10				Formation of South China Platform	
	Silurian	S_3		Caledonian		C^2		
		S_2						
		S_1	440±10					
	Ordovician	O_3				C^1	Disintegration of Chinese Protoplatform; formation of Kunlun, Qinling, Beishan, Tianshan (central & southern parts) & other geosynclines)	
		O_2						
		O_1	500±15					
	Cambrian	$Є_3$						
		$Є_2$						
		$Є_1$	570					Gradual formation of Chinese Proto-Platform
Proterozoic	Sinian	Z_z	700±20	Xingkaiian		X		
	Qingbaikou	Z_q	800±50	Yangtzeian		A	Formation of Yangtze & Tarim Platforms; combination of these platforms with Sino-Korean Paraplatform to form the Chinese Protoplatform	
	Jixian	Z_j	1100±50	?				
	Nankou	Z_n	1400±50	Wulingian		U		
	Changcheng / Hutuo	Z_c / Pt_1^2	1700±50	Zhong-tiaoian		Z	Formation of Sino-Korean Paraplatform	
	Wutai	Pt_1^1	1950±50	Wutaiian		W		
Archaean	Fuping & older	A_r	2500±100	Fupingian & older		F	Beginning of formation of continental nuclei	

Note: P·A=Pal-Asiatic Tectonic Domain; M·P=Marginal-Pacific Tectonic Domain;
T·H=Tethys-Himalayan Tectonic Domain.

Subdivision of orogenic cycles and important events of tectonic development of China

3段階に大別し，前段を寒武中期前に，中段を二畳紀前半まで，後段に二畳紀後半以降としている。そして地台と地槽および造山輪廻が表示されている。

この構造図とその説明書は中国地質の全貌を展示しているので，東亜地質研究者に取って極めて貴重な文献である。しかし乍らこの説明書を読破するのは容易ではない。幸にも黄汲清をはじめ本構造地質室の学者連が1977年に英文で，An Outline of the Tectonic Characteristics of China, 24 pp. Peking, を著しているので予めこれを通読するがよい。

なお本書では中国造構史を三段階に分けその前中両階の境を寒武紀の中前期間に置いている。しかし中朝構造区の東部に位する朝鮮半島では寒武系中にサライール時階の著しい変革はない。祥原系がこの表の原生界のどこまでに相当するかは問題であるが，とも角も半島では祥原前に最大の変革のあった事は否み難い。

II. 国際交流地質学術論文集

為二十六届国際地質大会撰写

これは1980年7月パリーで開催された第26回万国地質学会議の機に地質学の国際交流のために企画された出版物で，その前言に依ると(1) 構造地質 地質力学，(2) 砿物 岩石 地球化学，(3) 成砿作用と砿床，(4) 地層 古生物，(5) 水文地質 工程地質 第四紀地質 地貌，(6) 物探 化探 数学地質，(7) 前寒武紀地質の7分冊からなっている。私の手元にあるのは第1，4分冊であって，各論文には英文の摘要がついている。

第1分冊（1980年5月発行）306頁中に32論文を収めている。第1論文は黄汲清・陳炳蔚のテチス・ヒマラヤ構造区の鮮新・第四紀モラッセとそのインドプレートとの関係でヒマラヤ（シワリック丘陵地）や北の崑崙·天山·南山等のモラッセはみな下部鮮新統に始まり，更新統に於いて最も粗粒となり，チベットの両側共山地から前淵へ衝動している。中新統は河成湖成の非モラッセである。ヒマラヤ南麓のモラッセは最厚で，分布が局限されている。インドプレートからの圧力によってチベット高原は鮮新・更新期に500m から5000m まで隆起した。そして隆起はタリム地台を過って天山に及んだと云う*。

それに続いて中国の主要地殻運動（2題），断裂・波動 (3)，現在の活動構造進化，隠蔽構造帯等・華南の構造区分と発展，震旦紀の燕山区の運動 郯城—廬江断層帯の水平移動 テチス・ヒマラヤのオフィオライト 青(海西)蔵高原の構造と古地理，Tsangpo や金沙江の suture 等，アジアの先寒地質や wrench fault，地球の自転・渦巻運動の地質関係，入型断裂の機巧，地塊内外の運動機巧等，鉱床・石炭石油・ガスと地質構造および唐山地震に関する2論文などが含まれている。

第4分冊129頁1図版（1980年4月発行）中には15論文がある。初めの5論文は寒奥両紀の生層位学関係で，詳しくは中国寒武系の分階分帯，華北塞奥コノドントによる寒奥境界，中国奥陶系の上下両限，頭足類による古地理・古気候，奥陶紀筆石の序列と生物地理区である。次いで華南の長興階と二畳・三畳系分界，中国古生界の分統劃階がある。第8論文は中国非海成中生界と辨鰓類の分布・発展，次の3論文は古植物関係で，最近のカタイシアフローラの研究・植物化石による中国中生界の区分，および，古植物代と中植物代の界限問題で，この論文では両代間の境界が古植物区毎に異なることを指摘している。

最後の4論文は古生物学関係である。即ち，三葉虫の個体発生と系統進化，中国の下石炭系 Heterocorallia，渤海沿岸の古第三紀化石群，最古の双殻動物群である。

この分冊に欠けている石炭紀関係の論文はその前年に次の如く英文で公表されている。

III. Papers for the 9th International Congress of Carboniferous Stratigraphy and Geology 1979, Nanjing, China

YANG JUNG-ZHI et al.: Advances in the

* CHANG Cheng-fa, ZHENG Xi-lan and PAN Yu-Sheng, 1977, The Geological History, Tectonic Zonation and Origin of Uplifting of the Himalaya も参照

Carboniferous Biostratigraphy

ZHANG LIN-XIN: Carboniferous Fusulinid Zones of South China

WÜ WANG-SHI and ZHAO JIA-MIN: Carboniferous Coral Assemblages of China

RUAN YI-PING: On the Occurrence of Statigraphic Significance of the Carboniferous Faunas in Nandan of Guanxi

WANG CHENG-YUAN: A Progress Report of Carboniferous Conodonts in China

LI XING-XUE and TAO ZHAO-QI: Carboniferous and Permian Floral Provinces in East Asia

ZHANG SHEN-ZHEN and MO ZHUANG-GUAN: New Forms of Seed-bearing Fronds from the Cathaysia Flora in Honan, China

OUYANG SHU: Notes on some new Miospore Genera from Permo-Carboniferous Strata of China

ZHAO XIU-HU and WU XIU-YUAH: Carboniferous Macrofloras of South China

その他に The Paper for the International Symposium on the Silurian System 1978, Beijing, ChinaにIN BAOYU: The Silurian System of China がある。

このほかにも多数の総括的論文が英文で北京から出ている。そのうちの層位学的なものを挙げれば次の如くである。

Inst. of Geology and Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences: The Sinian System of China. 1976. この論文では南部遼寧地方の震旦系下部統下段に橋頭層を置き，同系から細河層群を除いている。

Research Group of Sinian Glaciation: Sinian Glacial Deposits of China. 1976.

この論文では南沱 tilliteよりも一段古く Changam glacial stage が華中にあったことを報じている。

SIN YU-SHENG and LIU KUI-CHIH: Micropalaeoflora from the Sinian Subera of W. Hupeh and its Stratigraphic Significance. 1976. 18±0.5億年以前の太古片麻岩類上の Sinian Suberathem (Upper Proeterozoic) 中には種々の微植物群が含まれていて，長城・薊県・青白口・震旦の4系と震旦系の上下2系に分けて対比が試みられている。

Section of Regional Stratigraphy, Changchun College of Geology: Middle and Upper Palaeozoic Stratigraphy of the Northern Part of Northeast China with Special Reference to the Permian Fauna and Flora. 1977. 黒竜江省西部では志留紀前・中・後期の腕足貝・サンゴにより3統が認められている。吉林省中部には *Coronocephalus* (*Paracoronocephalus*) *Jilinensis* Kuo その他の三葉虫・腕足貝を含む Changchiatun (張家屯) 層が二道溝層下に識別された。また遼寧省北東部で二道溝層に対比される Shaiwusu (晒勿蘇)層中に *Halysites* が発見された。黒竜江省西部での泥盆系が3統8層に分けられ，下統上部や中統下部は同省東部の Heilungkung (黒竜宮) 層と黒台層で，前者相当層が吉林省東部で後者相当層が遼寧省北西部で発見された。石炭系は広く分布し，吉林省の磐石地方では海成の全系が3統4層に分けられている。二畳系もまた広く分布し海成の下部は3層に分けられ，非海成の上部は各地で植物化石と naiads を産する。

Research Group of Brachiopod of the Institute of Geology and Mineral Resources of the Chinese Academy of Geological Sciences and Northeast China Institute of Geology: The Distribtuion of Permian Brachiopods of China. 1977. 本紀の腕足貝は北では北方系，南ではテチス系，南西ネパール・カシミール近傍ではヒマラヤ系で，第三者は冷水相で第一者に相通じるところがある。

SUN TIEN-CHING, PAN CHIEN-YING and CHOU MULIN: Quaternary Glaciations in China. 1977. 中国の第四紀の氷河問題は李四光が1922年に大行山と大同盆地でその存在を指摘して以来論議されていたが，擦痕・氷・漂礫，氷縞粘土・U字谷・マンモスや *Rhinoceras tichorhinus* 等の発見，氷期・間氷期のフローラ等によって今日

では4氷期と5間氷期が広く識別対比されるに至っている。

この外にも Development of Fracture System in China,
Geochemical Exploration in China,
Main Type-Groups of Iron and Cooper Deposits of China,
Matallogenetic Epochs of Sedimentary Ores in China,
Characteristics of Continental Oil-Resource Rocks of China,
Precambrian Deformation of the Sunshan Area, Honan,
Geologic Structure of the Chilienshan Region,
Palaeotectonic of the Yen-Liao Area,
Permian Sedimentary Limestone Dykes in Kwansi,
A Shower of Stone Meteorites in Kirin Province,
Hydrogeography of Loess in the Middle Yangtse River,
Uranium Deposit in the Sima Alkaline Mass of NE China

その他 Groundwater など種々の英文論文が1976年来多数出ている。

IV. Papers submitted to the Second All-China Stratigraphic Congress, 1979. Stratigraphy of China (Abstract). Edited by Chinese Academy of Geological Sciences, 49 pages, 1 table. Beijing, 979.

The Upper Precambrian of China 長城・薊県・青白口・震旦の4系から第四系までの各系の現在の知識を総括紹介している甚だ貴重な論文である。特に泥盆系については詳しい層序区分とその特徴的コノドント・テンタクリテス・菊石・三葉虫・腕足貝等を示す表が附してある，この英文摘要の他に中国地質科学院主編の中国地層と題する一連の漢字の摘要がある。その寒武・奥陶両系を見ると章別は大同小異で，前言・研究簡史・分布・地層分類・地域地層概述・内外対比，生物群分析・岩相と古地理および砿産・結語等について，英文のものよりも詳しく記述されていて，両者から地名・層名等の漢字と横文字綴りとの対比も出来る。また第1回の会議の学術報告彙編，1964と比べると最近十数年間の長足の進歩を知ることが出来る。

V. 中国古生物学会 第十二屆学術年会及第三屆全国会員代表大会学術論文摘要 1979

一. 古生物（各門類化石） 113題目，二. 古生物分類と演化 22，三. 古生物地理区系・古生態及び古地理 44，四. 生物地層学 66，五. 青蔵高原の古生物 26，六. 古脊椎動物及古人類 31，および追加論文 5合計 307題目を含み，そのうちの青海チベット高原関係のものについては既に本誌90巻1号，1980中に紹介した。その他にも我国古生物学に周知しておいて貰いたいものがあるが，これは他の機会に譲る。

VI. 中国地質科学院院報，一巻一号，即ち Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, Ser I, Vol. 1, No. 1

これは1979年12月に創刊された。そのうちには8篇が収められ，何れも英文の摘要がついている。第1論文は故孫雲鋳博士と項礼文の雲南西部の寒武紀末期三葉虫の記載である。また第5論文は河北東部第四紀有孔虫である。層序論としては黒竜江省ウスリ河西側山地に泥盆紀以上の上部古生界が発達し，多くの紡錘虫の発見が報じられている。（因みに密山の泥盆紀化石産地はその東南麓に位している。）その他に中国の石油資源区と大地質構造との関係・地震地質区・砿床生成系統，揚子江中下流の玢岩鉄鉱床中の微量元素，南東山地アルカリ火山岩類の成因等の論文が載っている。

本誌の創刊の辞によると院報の他に地質研究所・砿床地質研究所・地質力学研究所・沈陽・天津・南京・宜昌・成都・西安各地質砿産研究所・五

六二綜合大隊の10分刊が出ることになっている。

VII. 長春地質学院学報 Changchun Dizh xue yuan Xuechao 1977年，1—4期，合併号

これは通巻，第10期となっている。その後も続刊，Journal of the Changchun Geological Institute (Quarterly) と欧訳。

その他に山東海洋学学報，中山大学学報（自然科学版）などもあるが，私は未だ見ていない。

中国科学・地質学報・地質科学・古生物学報・中国古生物誌などは国内の図書館・大学の図書室等にかなり広く収められているようであるが，その他に貴重な地学的刊行物が中国で続々と出版され，それが隣国のものであるだけに我々に取っては甚だ重要である。国立国会図書館でもまた自然史文献センターを目標とする国立科学博物館の図書館でもそれらの網羅的蒐集が出来ないとすれば，悔を将来に残さぬためにはどうすればよいのか，地学界の大事な問題である。

追　記

VIII. 中国科学院 南京地質古生物研究所双刊 第1号 江蘇科学技術出版社 1980年7月創刊 Bulletin of Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica No. 1, 1980

最近に到来した上記の新刊逐次刊行物創刊号には吉林省延辺地区・遼寧省西部・黒竜江省鶏西・穆稜地区及び湖南省南部の中生層群と広東省韶・連県・連平（何れも同省の北境近く）の石炭系の生層位学的調査研究の報告5篇が収録されている。巻末に欧文の目次がついている。

(1981年6月21日受理)

地学雑誌 90, 5 (1981)

ロブノールの変

工 藤 広 忠

"Lob-Nor" is Undergoing Changes

Hirotada KUDO

はしがき

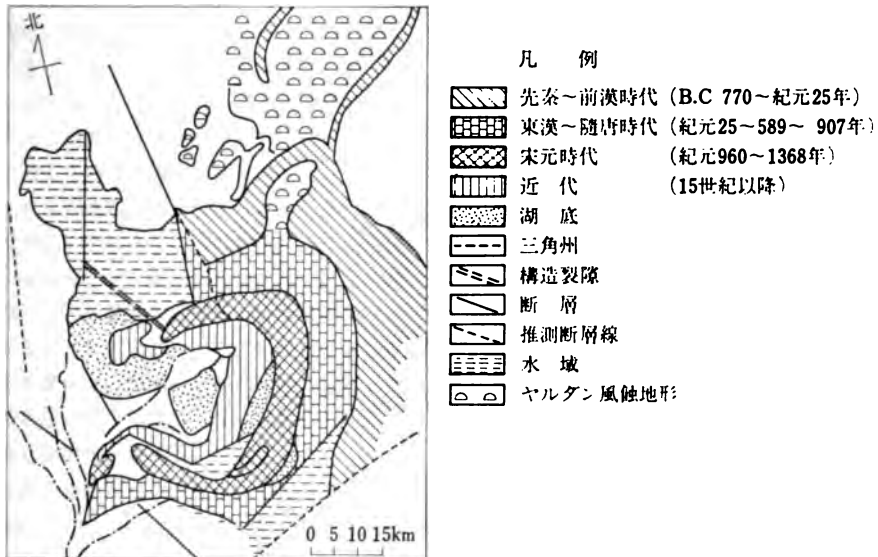
本篇は，"羅布泊的変遷注1)（ロブノールの変遷)"と題して，科学実験（1977年2月　科学出版社・北京)に掲載された朝暉（CHAO-HUI）が記述した小報告を抄訳したものであるが，報告はその結論として，「此"遊移湖"的説法是不能成立的（もはやロブノールを"さまよえる湖"とよぶことは成立たないであろう),」と述べている。

この結論は"さまよえる湖"に限りないロマンをいだく人々の夢を空しくするであろうものであるが，これをそのまま受けとめるかどうかの判断は専門家にゆずるとして，私は本篇の標題を"ロブノールの変"とした。

なお，原著者朝暉の所属・専門等については明記されていない。

訳　文

さて，近時とみに脚光をあびている"ロブノール"は，新疆ウイグル自治区のタリム盆地にあるが，地質構造上盆地東端の拗陥注2) (depression) の中心にあって，別掲の地質図にみるように，地

凡　例
先秦～前漢時代 (B.C 770～紀元25年)
東漢～隋唐時代 (紀元25～589～ 907年)
宋元時代 (紀元960～1368年)
近　代 (15世紀以降)
湖　底
三角州
構造裂隙
断　層
推測断層線
水　域
ヤルダン風蝕地形

ロブノール地質図

注1) Lobupo（中国音，以下同）
注2) Aoxien

てるための必要から商業美術家ともなり，1934年，グロスグロックナー高山自動車道路を記念して制作した，アルプス・パノラマが最初のパノラマ作品である。以来多数のパノラマを完成しているが，いづれも観光案内を越えた学術的資料の価値を発揮している。その画く対象は注文に応じて，ヨーロッパを抜け出し，ヒマラヤ，南アフリカ，サウジアラビア，海底など全世界，全地表に及びつつある。（式　正英）

A．バウムガルトナーほか著：図説百科「山岳の世界」変形A４版　304頁　大修館書店　1981年4月　18,000円

山岳書の刊行は毎年数多くみられるが，山岳や山地を対象にして，多角的，総合的に取扱い，学術的に解説したものは余り見られない。登山人口の多い我が国では，地学者や地理学者の立場から，より積極的に山岳の啓蒙的解説を試みることがなされてよい。こうしたことによって自らの分野の内容を豊富にすることにもつながろう。既刊のもので山を多角的に扱ったものは「世界山岳百科辞典」（山と渓谷社刊，1971年）と評者の「自然の博物誌＜山＞」（日本放送出版協会刊，1979年）が思いあたるくらいである。

本書は上記の意味の，山岳の学術的啓蒙書として，ほぼ理想的な形を実現したものともいえる。豪華な写真版と解説図をふんだんにとり入れ，山岳の殆んどすべての側面について，レベルの高い解説がなされている。著者はバウムガルトナー（ミュンヘン大学教授，気候学），ヒーベルリーター（バイエルン森林国立公園長，生物学），グレッツバハ（ハノーバー工科大学教授，文化地理学），ハイエルリ（ザンクト・ガレン大学講師，地学），シュワイツァー（チュービンゲン大学教授，地理学）の地学，地理学関係者の他，登山家のディーレンファース（数次のヒマラヤ遠征隊長），ヒーベラー（山岳作家）が加わる。日本語版の本書の監修には西堀栄三郎（化学，元南極越冬隊長）と宮下啓三（ドイツ文学）があたり，翻訳・校訂には宮下を始めとするドイツ文学関係者5氏と大井正一（気象学），中村純二（物理学），小野有五（地形学）ら各分野の専門家7氏の計12名が参加する。

1977年，スイスのC. J. ブューヘル社から刊行された原本の写真版，図版を原版から復製し，ドイツ語の原文を忠実に翻訳した日本語版が本書である。全巻の随所に配されたカラー山岳写真を眺めるだけでも，一見の価値があろう。本文は七章に分かれ，第１章　世界の山々，第２章　山岳の生成と消滅，第３章　山岳の気象，第４章　山岳の植物と動物の前四章で，山地の自然的性格が述べられ，ここで量的に全巻の半分をこえる。後三章は，第５章　山岳の自然災害，第６章　山岳の生活と文化，第７章　山岳の開発から成り，いずれも人と関わりのある側面が扱われる。

第１章では山岳の自然地理学的特性が，宇宙写真を混えて解説され，世界の山岳誌に及んでいる。ここで注意すべきはこの書物の「山岳」は，山脈・山系など山の複合体つまり山地地域のことで，個々の山峰ではないことである。即ち登山家の得てして対象とする山よりも広い概念でとりくんでいるから，本質的に地理書とみてよさそうである。第２章は造山論や火山，地震，風化，マス・ムーヴメントを含む地形形成営力が，新しい学説のもとに活々と説明され，もっとも地学的な章を構成する。当然ながらここには見事な地学写真が配されている。第３章は気候帯や大気大循環が山岳の気象に影響を及ぼし，逆に山岳が気流を支配するなど，山岳の気象の特異性を，風，氷，雪，天候，電光などについて述べる。第４章は生物の適者生存の法則に従った，高山の植物相，動物相を述べ，自然林，自然保護，山岳の哺乳類・鳥類，更には世界の山地の動植物相を記載する。第５章は登山者や山地の住民をおそう，なだれ，氷なだれ，山崩れ，洪水が迫真的に描写されている。ただ火山の災害だけが余り真剣にとりあげられていないのは，非火山国の出版の所為であろうか。第６章では山岳観の変遷，絵画の中の山，登山の歴史，山地民族の生活など，第７章では交通，観光，地下資源，エネルギー，通信，研究施設からみた山岳の開発から太陽系天体の山岳にまで筆が及んでいる。

巻末の五十音順の索引や訳者による本文中の脚註は，日本語版独自の工夫であり，本文の理解を

書評と紹介

H. C. ベラン著（福田宏年・前島郁雄訳）：ベランのパノラマ―アルプスとヒマラヤの世界―
B4版 118頁 実業之日本社 1980年12月
23,000円

ベランのパノラマは，絵画の芸術性と地図的な正確さと写真のもつ写実性とを兼ね備えている点で，注目すべき作品である。誰しも壮大な風景に接すると，何とか記録し再現したい欲求にかられ，カメラのシャッターを押したり，あるいはスケッチを試みる。併し写真がそのまま壮大な印象を伝えることは稀だし，スケッチではとかく，その仔細な襞の描写に立ち入ることがむずかしい。このどうにもならない問題を，見事に解決しているのがベランのパノラマ作品なのである。

ベラン（BERANN）は画家であり，世界的に高名なパノラマ制作者なのだが，その名を初めて聞く人の方が多いのではあるまいか。ただ地学関係者ならば，1965年以降のナショナル・ジオグラフィック・マガジンに付録図として折々所載されている大西洋，太平洋，インド洋等の海底地形図にベランのサインがあることを知れば，なる程と首肯される方も多かろう。これらの海底地形図はコロンビア大学地質研究所のヒーゼン，サープ両氏の指導によるもので，海洋底拡大説やプレート・テクトニクスの説明によく用いられる。この海底のパノラマは，それまでの海底像とは異なった自然観をショッキングな程に伝えた。例えば大西洋中央海嶺やそれに沿う大裂罅が大胆な陰影を用いて浮き彫りにされているのを，思い出して頂けるのではあるまいか。地図の常識とは逆の南東からの斜照光を用いての陰影が，却って海底の怪異な世界の感じをただよわせる。

本書は当然見事なパノラマ図集であり，大きくアルプス(1)，アルプス(2)，ヒマラヤの三章にわかれる。アルプス(1)では，グリンデルヴァルト，ヴァリス，モンブラン，ザンクト・モーリッツなど10葉，スイス・アルプスの核心部がとりあげられる。アルプス(2)では，オーバーバイエルン，インスブルック，ドロミテなど6葉，南ドイツ，オーストリア・イタリアの周縁部のアルプスが選ばれている。ヒマラヤではネパール・ヒマラヤの大観とエヴェレストの中・近景の3葉，計19葉が主図である。

実は全体が箱入りでパノラマ（I），パノラマ(II)の2冊に分かれ，パノラマ(I)が上述のものにあたる。パノラマ(II)は付録図として，アルプス全域の俯瞰と，チューリッヒからのアルプス，太平洋海底地形の3葉のパノラマが付され，それらの解説書となっている。本のカバーのパノラマはツェルマットからのマッターホルン山群だが，これだけでも充分見応えがある。これらを合わせ主図が23葉あるから，やや高価なのも仕上がりのよい複製に免じて許して貰えるかとも思う。

あくまでも鮮明な豊かな色彩と細部を含めての正確な地形の再現がこのパノラマの真骨頂である。主図の間には50枚程の巧みな風景挿画が配され，これに著者の美学観にもとづいた解説文が付くが，文章量は少ない。これを補って，主図ごとに訳者の他2名の執筆協力者が分担して，夫々の地域を概説した文章が載る。巻末にはT．ガーフィールド（英，レスター大学教授，地図学）の「パノラマ制作のアトリエから」とJ．キルヒホフ（在西独，文芸評論家）の「ベランとその世界―万物の大いなる輪舞―」の二文が掲載されている。前者がそのパノラマの技術的手法を，後者がその芸術性の解説である。この解説によってこの優れたパノラマの由来を多少でも探ることができるのは有難い。

パノラマは高所から視た土地の輪郭スケッチで，かなりの広域を含み，遠景，中景，近景ともにディテールを強調して表現する。それに空中遠近法と配色，陰影によって立体感が与えられる。ベランは画く前に対象地域をヘリコプターで飛んで鳥瞰の印象を得，写真を撮影し，地形図・空中写真・絵葉書等を資料としてパノラマを構成する。対象の風景に応じ適宜な透視図法を選び，高さの比率を2倍にする。ともかくフィールドでよいスケッチ・マップを画きたいと願望している地学関係者には大変参考になる。

ベランは1915年インスブルックに生まれ，今もその郊外に住む。もともと芸術家の彼は生計をた

てるための必要から商業美術家ともなり，1934年，グロスグロックナー高山自動車道路を記念して制作した，アルプス・パノラマが最初のパノラマ作品である。以来多数のパノラマを完成しているが，いづれも観光案内を越えた学術的資料の価値を発揮している。その画く対象は注文に応じて，ヨーロッパを抜け出し，ヒマラヤ，南アフリカ，サウジアラビア，海底など全世界，全地表に及びつつある。（式　正英）

A．バウムガルトナーほか著：図説百科「山岳の世界」変形A4版　304頁　大修館書店　1981年4月　18,000円

山岳書の刊行は毎年数多くみられるが，山岳や山地を対象にして，多角的，総合的に取扱い，学術的に解説したものは余り見られない。登山人口の多い我が国では，地学者や地理学者の立場から，より積極的に山岳の啓蒙的解説を試みることがなされてよい。こうしたことによって自らの分野の内容を豊富にすることにもつながろう。既刊のもので山を多角的に扱ったものは「世界山岳百科辞典」（山と溪谷社刊，1971年）と評者の「自然の博物誌<山>」（日本放送出版協会刊，1979年）が思いあたるくらいである。

本書は上記の意味の，山岳の学術的啓蒙書として，ほぼ理想的な形を実現したものともいえる。豪華な写真版と解説図をふんだんにとり入れ，山岳の殆んどすべての側面について，レベルの高い解説がなされている。著者はバウムガルトナー（ミュンヘン大学教授，気候学），ヒーベルリーター（バイエルン森林国立公園長，生物学），グレッツバハ（ハノーバー工科大学教授，文化地理学），ハイエルリ（ザンクト・ガレン大学講師，地学），シュワイツァー（チュービンゲン大学教授，地理学）の地学，地理学関係者の他，登山家のディーレンファース（数次のヒマラヤ遠征隊長），ヒーベラー（山岳作家）が加わる。日本語版の本書の監修には西堀栄三郎（化学，元南極越冬隊長）と宮下啓三（ドイツ文学）があたり，翻訳・校訂には宮下を始めとするドイツ文学関係者5氏と大井正一（気象学），中村純二（物理学），小野有五（地形学）ら各分野の専門家7氏の計12名が参加する。

1977年，スイスのC. J. ブューヘル社から刊行された原本の写真版，図版を原版から復製し，ドイツ語の原文を忠実に翻訳した日本語版が本書である。全巻の随所に配されたカラー山岳写真を眺めるだけでも，一見の価値があろう。本文は七章に分かれ，第1章　世界の山々，第2章　山岳の生成と消滅，第3章　山岳の気象，第4章　山岳の植物と動物の前四章で，山地の自然的性格が述べられ，ここで量的に全巻の半分をこえる。後三章は，第5章　山岳の自然災害，第6章　山岳の生活と文化，第7章　山岳の開発から成り，いずれも人と関わりのある側面が扱われる。

第1章では山岳の自然地理学的特性が，宇宙写真を混えて解説され，世界の山岳誌に及んでいる。ここで注意すべきはこの書物の「山岳」は，山脈・山系など山の複合体つまり山地地域のことで，個々の山峰ではないことである。即ち登山家の得てして対象とする山よりも広い概念でとりくんでいるから，本質的に地理書とみてよさそうである。第2章は造山論や火山，地震，風化，マス・ムーヴメントを含む地形形成営力が，新しい学説のもとに活々と説明され，もっとも地学的な章を構成する。当然ながらここには見事な地学写真が配されている。第3章は気候帯や大気大循環が山岳の気象に影響を及ぼし，逆に山岳が気流を支配するなど，山岳の気象の特異性を，風，氷，雪，天候，電光などについて述べる。第4章は生物の適者生存の法則に従った，高山の植物相，動物相を述べ，自然林，自然保護，山岳の哺乳類・鳥類，更には世界の山地の動植物相を記載する。第5章は登山者や山地の住民をおそう，なだれ，氷なだれ，山崩れ，洪水が迫真的に描写されている。ただ火山の災害だけが余り真剣にとりあげられていないのは，非火山国の出版の所為であろうか。第6章では山岳観の変遷，絵画の中の山，登山の歴史，山地民族の生活など，第7章では交通，観光，地下資源，エネルギー，通信，研究施設からみた山岳の開発から太陽系天体の山岳にまで筆が及んでいる。

巻末の五十音順の索引や訳者による本文中の脚註は，日本語版独自の工夫であり，本文の理解を

助ける配慮が窺われる。ただの豪華本や一般啓蒙書の域をぬいて「山地地誌」あるいは「山地地理書」の内容を備えている本書に，一般の読者に美麗な写真などを通じて，自ら地学的知識が普及される効果のあることを期待したい。ただこの種の期待を翻訳書に頼ることは，日本の地学関係の啓蒙活動のレベルが，ヨーロッパの知的先進国に比べて，かなり低いことを自ら認めているような感じがしないでもない。　（式　正英）

協会記事

理事会（55年度第７回，昭和56年３月12日）

出席者：木内会長代行，川上，木村，坂倉，佐藤（久），佐藤（光），山内各理事，矢澤監事

議　事：

1. 昭和56年度事業計画（案)を承認した。
2. 昭和56年度予算素案を承認した。
3. 正会員，賛助会員の会費を値上げすることとし，評議員会・総会に提案することとした。
4. 地学会館新築工事に伴い廃棄処分した備品について，建築委員会の片山委員長からの報告が木村理事を通じて提出されたので，審議の結果この処分を追認した。
5. 高橋良平，上杉　陽両氏の入会申込を了承し，評議員会に提案することとした。
6. 「定期刊行物の交換及び寄贈受入れの整理案」が承認された。

理事会（56年度第２回　昭和56年６月19日）

出席者：和達会長，片山，木内副会長，川上，佐藤（茂)，佐藤（久)，西川各理事，佐藤（恭)，矢澤各監事

議　事：

1. 編集，行事，会館，図書，会計の６常置委員会及び日本地学史資料調査委員会，創立百周年記念事業実行委員会，東京地学協会・国連大学共催シンポジウム実行委員会の３特別委員会の存続を再認した。
2. 常置委員会の委員長及び委員は次の理事会までに選出することとした。
3. 理事の担当を次の通りにした。
梅沢(会館)，川上（庶務)，木村（会計)，坂倉（図書)，佐藤(茂)（会員)，佐藤(久)(編集)，西川（行事)。
4. 細則・内規起草委員会を設けることとした。
5. 岡　義記氏の入会を了承した。又花井重次会員は昭和56年６月９日死去された。
6. 「総目録」の一般購入希望者に対する頒布価格を送料込みで１部3,000円とすることにした。

理事会（56年度第３回，昭和56年７月27日）

出席者：和達会長，片山，木内両副会長，梅沢，川上，木村，坂倉，佐藤(茂)，佐藤(久)，西川各理事，矢澤監事

議　事：

1. 定款改訂の申請に際し，文部省より申し入れのあった５箇所の文字の訂正について追認した。
2. 各委員会の委員長及び委員を決定した。
3. 創立百周年記念事業実行委員会より提出された決算書及び同委員会の解散を承認した。
4. 「百周年記念基金」の設定を議決し，その運営は理事会で当り，会計委員会の担当とすることとした。
5. 岡　義記氏の入会を承認した。

編集委員会（56年度第１回　昭和56年７月29日）

出席者：前島委員長，大竹，神戸，佐藤，式，諏訪，前田，松田，茂木各委員

議　事：第90巻４号の編集について審議した。

会館委員会（56年度第４回　昭和56年８月28日）

出席者：梅沢委員長，木内，川上，坂倉，平山，肥田各委員および有田事務局長

議　事：

1. 貸室利用状況報告
６月１件，７月２件計貸室料22,500円
2. 会館会計　56年８月28日現在の状況について別紙資料にもとずき行われた。
3. 会館建設資金の返済と賃貸料金値上げ交渉開始について報告された。
4. その他
ブロードビルの件，公認会計士報告，会館地下室の件など。

編集委員会(56年度第２回　昭和59年９月22日)

出席者：前島委員長，神戸，佐藤，式，前田，茂木，山口各委員

議　事‥第90巻５号の編集について審議した。

昭和56・57年度役員及び委員

昭和56年7月27日現在

役　　員

会　長　和達清夫

副会長　片山信夫，木内信蔵

理　事　梅沢邦臣（会館），川上喜代四（庶務），木村達明（会計），坂倉勝彦（図書），佐藤　茂（会員），佐藤　久（編集），西川　治（行事）。

監　事　佐藤　恭，矢澤大二

編集委員会

委員長　前島郁雄

委　員　井上英二，大竹一彦，神戸信和，佐藤　久，式　正英，諏訪　彰，鎮西清高，浜田隆士，前田四郎，松田磐余，茂木昭夫，山口岳志，山本正三

行事委員会

委員長　西川　治

委　員　歌田　実，大竹一彦，嶋崎吉彦，徳永英二，中村和郎，浜田隆士

会館委員会

委員長　梅沢邦臣

委　員　石和田靖章，片山信夫，川上喜代四，木内信蔵，木村達明，坂倉勝彦，式　正英，肥田　昇，平山　健

図書委員会

委員長　平山　健

委　員　岩生周一，神戸信和，坂倉勝彦，戸谷　洋，浜田隆士，前島郁雄

会員委員会

委員長　佐藤　茂

委　員　池辺　穣，岩生周一，小関幸治，坂倉勝彦，西川　治，前島郁雄

会計委員会

委員長　木村達明

委　員　梅沢邦臣，川上喜代四，佐藤　茂，西川　治（2名追加の予定）

日本地学史資料調査委員会

委員長　小林貞一

委　員　石山　洋，今井　功，岡山俊雄，川上喜代四，木村敏雄，諏訪　彰，土井正民，湊　秀雄，渡辺武男

東京地学協会・国連大学共催シンポジウム実行委員会

委員長　木内信蔵

副委員長　湊　秀雄，西川　治

委　員　佐藤　茂，礒見　博，西村蹊二，高崎正義，嶋崎吉彦，大矢雅彦，浜田隆士，中村和郎，歌田実，松田磐余，中野和敬，三上岳彦，青木正博，荒井良雄，柴田匡平

委員長顧問　山内　肇，佐藤光之助

細則・内規起草委員会

委員長　渡辺　光

委　員　岩生周一，川上喜代四，斉藤正次，佐藤光之助，湊　秀雄

会　告

定款の一部変更について

昭和56年度通常総会（第102回）で議決されました定款の一部変更は，昭和56年7月10日付で文部大臣から認可（雑学第13の17号）されました。新定款は最後に掲載してあります。

会費の値上げについて

昭和56年度通常総会（第102回）で議決されましたので，昭和56年度から正会員の会費が年額4.000円に値上げになりました。旧会費でお納め頂きました方は追加分1,500円をお送金下さるようお願い致します。

また賛助会員の会費も年額10,000円以上となりましたので，よろしくお願い致します。

社団法人東京地学協会定款

第１章　総　　則

（名　　称）

第１条　この法人は、社団法人東京地学協会という。

（事 務 所）

第２条　この法人は、事務所を東京都千代田区二番町１２番地の２におく。

（目　　的）

第３条　この法人は、地学を奨励し、地学における専門分野の連係を図り、もって総合的な地学の進歩普及を推進することを目的とする。

（事　　業）

第４条　この法人は、前条の目的を達するために次の事業を行なう。

一　学術講演会・研究発表会及び見学会の開催

二　機関誌「地学雑誌」ならびに地学関係出版物の刊行及び頒布

三　地学に関する調査研究

四　内外学術団体との連絡及び協力

五　地学に関する図書・資料などの収集及び整備

六　地学の推進普及などに功績のあったものの表彰

七　地学会館の管理

八　その他目的を達成するために必要な事業

第２章　会　　員

（会員の資格）

第５条　この法人の会員は、次のとおりとする。

一　正会員　地学の学識経験を有する者又は地学の奨励普及に関心ある者で、本会の目的に賛同して入会した個人

二　賛助会員　本会の目的及び事業に賛同して入会した団体

三　名誉会員　地学上とくに功労のある内外の学者及びこの法人にとくに功労のあった会員で、総会の議決をもって推薦された者

（会員資格の取得）

第６条　正会員として入会を希望する者は、正会員２名（少くとも１名は評議員）の紹介をもって、入会申込書を会長に提出し、理事会の承認を受けなければならない。

２　賛助会員として入会を希望する者は、入会申込書を会長に提出し、理事会の承認を受けなければならない。

３　名誉会員に推薦された者は、入会の手続を要せず、本人の承諾をもって会員となるものとする。

（会誌の配布等）

第７条　会員は、「地学雑誌」の無償配布を受け、この法人の行事に参加することができ、また施設の利用、刊行物・頒布図書の入手などに特典を有する。

（会　　費）

第８条　会員は、次の会費を前納しなければならない。

一　正会員　１年　4,000円
　ただし、特に理事会が承認した者は、会費の納入を要しない。

二　賛助会員　１年　10,000円以上

２　名誉会員は、会費の納入を要しない。

３　既納の会費は、いかなる理由があっても返還しない。

（資格の喪失）

第９条　会員は、次の事由によってその資格を喪失する。

一　退会したとき

二　禁治産者若しくは準禁治産又は破産の宣告を受けたとき

三　死亡し、若しくは失踪宣告を受け又は法人である会員が解散したとき

四　除名されたとき

（退　　会）

第10条　会員が退会しようとするときは、退会届を会長に提出しなければならない。

（除 名 等）

第11条　会員が次の各号の一に該当するときは、総会の議決を経て、会長が除名することができる。

一　本会の名誉を傷つけ又は本会の目的に反する行為のあったとき

二　本会の会員としての義務に違反したとき

三　会員が、会費を２年以上滞納したとき

2　会員が、会費を１年以上滞納したときは、それが完納されるまで第７条の権利を停止する。

第３章　役員・評議員・顧問及び職員

（役員及び評議員）

第12条　この法人に、次の役員及び評議員を置く。

一　役　員

理事　８名以上12名以内（うち会長1名、副会長2名、常務理事１名）

監事　２名

二　評議員　30 名以上 45 名以内

（理事の選任等）

第13条　会長は、正会員中から総会において選任する。会長は評議員の資格を有する。

2　副会長及びその他の理事は、評議員中から、評議員会において選任する。

3　理事の任期は、２年とし、再任を妨げない。

（監事の選任等）

第14条　監事は、正会員中から、総会において選任し、その任期は４年とし、２年毎に１名を改選する。

2　監事は、評議員を兼ねることはできない。

（評議員の選任等）

第15条　評議員は、正会員中から、総会において選任し、その任期は２年とし、再任を妨げない。ただし、連続在任６年を超えることができない。

（理事の職務）

第16条　会長は、この法人の業務を総理し、この法人を代表する。

2　会長に事故あるとき、又は会長が欠けたときは、あらかじめ会長が指名した順序により、副会長がその職務を代理し、又はその職務を行う。

3　副会長は会長を補佐する。

第17条　理事は、理事会を組織し、この定款に定めるもののほか、この法人の総会の権限に属せしめられた事項以外の事項を議決し、執行する。

2　理事は、互選で常務理事を定め、常務理事は、理事会の議決に基づき、日常の業務に従事する。

（監事の職務）

第18条　監事は、この法人の業務及び財産に関し、次の各号に規定する業務を行う。

一　法人の財産の状況を監査すること

二　理事の業務執行の状況を監査すること

三　財産の状況又は業務の執行について不整の廉あることを発見したときは、これを理事会、総会又は文部大臣に報告すること

四　前号の報告をするために必要があるときは、理事会又は総会を招集すること

2　監事は、理事会及び評議員会に出席し、意見を述べることができる。ただし議決権は有しない。

（評議員の職務）

第19条　評議員は、評議員会を組織し、この定款に定める事項を行うほか、会長の諮問に応じ、会長に対し、必要と認める事項について助言する。

（役員の任期等）

第20条　補欠又は増員により選任された役員の任期は、前任者又は現任者の残任期間とする。

2　役員は、その任期満了後でも後任者が就任するまでは、なおその職務を行う。

（役員の解任）

第21条　役員が次の各号の一に該当するときは、理事現在数及び正会員現在数の各々の４分の３以上の議決により、会長がこれを解任することができる。

一　心身の故障のため職務の執行に堪えないと認められたとき

二　職務上の義務違反その他役員たるにふ

さわしくない行為があると認められるとき

（顧　　問）

第22条　この法人には、顧問若干名を置くことができる。

2　顧問は、この法人の運営に関し、会長の諮問に応じ助言を行う。

3　顧問は、理事会の議決を経て、会長が委嘱する。

4　顧問の任期は、2年とし、再任を妨げない。

（役員の報酬）

第23条　役員は、有給とすることができる。

2　役員の報酬は、理事会の議決を経て、会長が定める。

（職　　員）

第24条　この法人の事務を処理するため、職員を置くことができる。

2　職員の任免は、理事会の議決を経て、会長が行う。

3　職員は有給とする。

第4章　会　　議

（理事会及び評議員会）

第25条　理事会は毎年6回以上、評議員会は毎年2回以上、会長が招集する。

2　理事現在数又は評議員現在数の3分の1以上から、会議の目的を示して請求のあった場合は、その請求のあった日から20日以内に臨時理事会又は臨時評議員会を会長は招集しなければならない。

3　理事会及び評議員会の議長は会長とする。

第26条　理事会は、次の事項について、評議員会の意見を聴くものとする。

一　事業計画及び収支予算についての事項

二　事業報告及び収支決算についての事項

三　基本財産についての事項

四　長期借入金についての事項

五　第1号、第3号及び前号に定めるものを除くほか、新たに義務の負担及び権利の放棄についての事項

六　その他この法人の業務に関する重要事項で理事会において必要と認めるもの

（総会の構成）

第27条　総会は、第5条第1号の正会員をもって組織する。

（総会の招集）

第28条　通常総会は、毎年5月に会長が招集する。

2　臨時総会は、理事会が必要と認めたとき、会長が招集する。

3　前項のほか、正会員現在数の5分の1以上から会議に付議すべき事項を示して総会の招集を請求されたときは、会長は、その請求があった日から20日以内に臨時総会を招集しなければならない。

（総会の議長）

第29条　通常総会の議長は会長とし、臨時総会の議長は、会議のつど正会員の互選できめる。

（総会の通知）

第30条　総会は、理事会において日時場所を定め、議題を示して10日以前に正会員に通知しなければならない。

（総会の議決事項）

第31条　総会には、この定款に別に定めるもののほか、次の事項を通常総会に提出してその承認をえなければならない。

一　事業計画及び収支予算

二　事業報告及び収支決算

三　財産目録及び貸借対照表

四　その他理事会の必要と認めた事項

（定 足 数）

第32条　理事会は理事現在数の3分の2以上、評議員会は評議員現在数の3分の2以上、総会は会員現在数の5分の1以上の出席がなければ会議を開くことができない。

2　当該議事につき書面をもってあらかじめ意思を表示した者及び他の会員を代理人として表決を委任した者は、出席者とみなす。

3　すべての会議の議決は、この定款に別段の定めがある場合を除くほか、出席者の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（議 事 録 等）

第33条　すべての会議には、議事録を作成し、議長及び出席代表者2名以上が署名押印のうえこ

れを保存する。総会の議事の要領及び決議した事項は、会員に通知する。

第5章　資産及び会計

（資産の構成）

第34条　この法人の資産は次の通りとする。

一　財産目録に記載された財産

二　会　費

三　事業にともなう収入

四　資産から生じる収益

五　寄付金品

六　その他の収入

（資産の種別及び管理）

第35条　この法人の資産を分けて、基本財産と運用財産の2種とする。

2　基本財産は、次に掲げるものをもって構成する。

一　設立当初の財産目録中基本財産の部に記載された財産

二　基本財産とすることを指定して寄付された財産

三　理事会で基本財産に繰り入れることを議決した財産

3　運用財産は、基本財産以外の資産とする。

4　この法人の資産は、会長が管理し、基本財産のうち現金は、理事会の議決を経て定期預金とする等確実な方法により、会長が保管する。

（資産の処分の制限）

第36条　基本財産は、譲渡し、交換し、担保に供し、又は運用財産に繰り入れてはならない。ただし、この法人の事業遂行上やむをえない理由があるときは、理事会及び総会の議決を経、かつ文部大臣の承認を受けて、その一部に限りこれらの処分をすることができる。

（経費の支弁）

第37条　この法人の事業遂行に要する経費は、運用財産をもって支弁する。

（事業計画及び収支予算）

第38条　この法人の事業計画及びこれにともなう収支予算は会長が編成し、理事会及び総会の議決を経て毎会計年度開始前に、文部大臣に届け出なければならない。事業計画及び収支予算を変更しようとする場合も同様とする。

2　前項の規定にかかわらず、止むを得ない事情により、同項に規定する総会を開催することができないときは、総会の議決を省略することができる。この場合において、翌会計年度開始後最初に開催される総会において、これらに係る承認をえなければならない。

（長期借入金等）

第39条　第36条ただし書きの規定に該当する場合及び収支予算で定められたものを除くほか、新たに生じる義務の負担、権利の放棄、あるいは年度内に決済できない借入金は、理事会及び総会の承認を経て、文部大臣の承認を受けなければならない。

（収支決算）

第40条　この法人の収支決算は、会長が作成し、財産目録、貸借対照表、事業報告書及び財産増減事由書並びに会員の異動状況書とともに、監事の意見をつけて、理事会及び総会の承認を受けて毎会計年度終了後3月以内に文部大臣に報告しなければならない。

2　この法人の収支決算に剰余金があるときは、理事会の議決及び総会の承認を受けて、その一部若しくは全部を基本財産に編入し、又は翌年度に繰り越すものとする。

（会計年度）

第41条　会計年度は、4月1日に始まり、翌年3月31日に終る。

第6章　定款の変更並びに解散

（定款の変更）

第42条　この定款は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経て、かつ文部大臣の認可を受けなければ変更することができない。ただし、第8条の会費の変更については、第32条第3項によるものとする。

（解 散 等）

第43条　この法人の解散は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けなければならない。

2　この法人の解散にともなう残余財産は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けて、本会の目的に類似する目的を有する公益法人に寄附するものとする。

第7章　補　　則

（書類及び帳簿の備付等）

第44条　この法人の事務所に、次の書類及び帳簿を備えなければならない。ただし、他の法令により、これらに代る書類及び帳簿を備えたときは、この限りでない。

一　定　款

二　会員の名簿

三　役員及びその他の職員の名簿及び履歴書

四　財産目録

五　資産台帳及び負債台帳

六　収入支出に関する帳簿及び証拠書類

七　理事会及び総会の議事に関する書類

八　処務日誌

九　官公署往復書類

十　その他必要な書類及び帳簿

2　前項の書類及び帳簿は、永久保存としなければならない。ただし、前項第六号の書類及び帳簿は10年以上、同項第八号・第九号・第十号の書類及び帳簿は、1年以上保存しなければならない。

（細　　則）

第45条　この定款の施行についての細則は、理事会及び総会の議決を経て、別に定める。

付　　則

1. この定款は、文部大臣の認可のあった日から施行する。ただし、第8条の会費については、昭和56年度の会費から適用する。
2. 変更前の定款第22条の規定に基づく名誉会長及び名誉評議員については、なお、従前の例による。
3. この定款の施行の際、現に評議員に就任している者については、変更後の定款第15条の規定にかかわらず、その任期終了まで在任するものとする。

昭和56年7月10日　　文部大臣認可

協会記事

理事会（55年度第7回，昭和56年3月12日）

出席者：木内会長代行，川上，木村，坂倉，佐藤（久），佐藤（光），山内各理事，矢澤監事

議　事：

1. 昭和56年度事業計画（案）を承認した。
2. 昭和56年度予算素案を承認した。
3. 正会員，賛助会員の会費を値上げすることとし，評議員会・総会に提案することとした。
4. 地学会館新築工事に伴い廃棄処分した備品について，建築委員会の片山委員長からの報告が木村理事を通じて提出されたので，審議の結果この処分を追認した。
5. 高橋良平，上杉　陽両氏の入会申込を了承し，評議員会に提案することとした。
6. 「定期刊行物の交換及び寄贈受入れの整理案」が承認された。

理事会（56年度第2回　昭和56年6月19日）

出席者：和達会長，片山，木内副会長，川上，佐藤（茂），佐藤（久），西川各理事，佐藤（恭），矢澤各監事

議　事：

1. 編集，行事，会館，図書，会計の6常置委員会及び日本地学史資料調査委員会，創立百周年記念事業実行委員会，東京地学協会・国連大学共催シンポジウム実行委員会の3特別委員会の存続を再認した。
2. 常置委員会の委員長及び委員は次の理事会までに選出することとした。
3. 理事の担当を次の通りにした。
   梅沢（会館），川上（庶務），木村（会計），坂倉（図書），佐藤（茂）（会員），佐藤（久）（編集），西川（行事）。
4. 細則・内規起草委員会を設けることとした。
5. 岡　義記氏の入会を了承した。又花井重次会員は昭和56年6月9日死去された。
6. 「総目録」の一般購入希望者に対する頒布価格を送料込みで1部3,000円とすることにした。

理事会（56年度第3回，昭和56年7月27日）

出席者：和達会長，片山，木内両副会長，梅沢，川上，木村，坂倉，佐藤（茂），佐藤（久），西川各理事，矢澤監事

議　事：

1. 定款改訂の申請に際し，文部省より申し入れのあった5箇所の文字の訂正について追認した。
2. 各委員会の委員長及び委員を決定した。
3. 創立百周年記念事業実行委員会より提出された決算書及び同委員会の解散を承認した。
4. 「百周年記念基金」の設定を議決し，その運営は理事会で当り，会計委員会の担当とすることとした。
5. 岡　義記氏の入会を承認した。

編集委員会（56年度第1回　昭和56年7月29日）

出席者：前島委員長，大竹，神戸，佐藤，式，諏訪，前田，松田，茂木各委員

議　事：第90巻4号の編集について審議した。

会館委員会（56年度第4回　昭和56年8月28日）

出席者：梅沢委員長，木内，川上，坂倉，平山，肥田各委員および有田事務局長

議　事：

1. 貸室利用状況報告
   6月1件，7月2件計貸室料22,500円
2. 会館会計　56年8月28日現在の状況について別紙資料にもとずき行われた。
3. 会館建設資金の返済と賃貸料金値上げ交渉開始について報告された。
4. その他
   ブロードビルの件，公認会計士報告，会館地下室の件など。

編集委員会(56年度第2回　昭和59年9月22日)

出席者：前島委員長，神戸，佐藤，式，前田，茂木，山口各委員

議　事‥第90巻5号の編集について審議した。

昭和56・57年度役員及び委員

昭和56年7月27日現在

役　員

会　長　和達清夫

副会長　片山信夫，木内信蔵

理　事　梅沢邦臣（会館），川上喜代四（庶務），木村達明（会計），坂倉勝彦（図書），佐藤　茂（会員），佐藤　久（編集），西川　治（行事）。

監　事　佐藤　恭，矢澤大二

編集委員会

委員長　前島郁雄

委　員　井上英二，大竹一彦，神戸信和，佐藤　久，式　正英，諏訪　彰，鎮西清高，浜田隆士，前田四郎，松田磐余，茂木昭夫，山口岳志，山本正三

行事委員会

委員長　西川　治

委　員　歌田　実，大竹一彦，嶋崎吉彦，徳永英二，中村和郎，浜田隆士

会館委員会

委員長　梅沢邦臣

委　員　石和田靖章，片山信夫，川上喜代四，木内信蔵，木村達明，坂倉勝彦，式　正英，肥田　昇，平山　健

図書委員会

委員長　平山　健

委　員　岩生周一，神戸信和，坂倉勝彦，戸谷　洋，浜田隆士，前島郁雄

会員委員会

委員長　佐藤　茂

委　員　池辺　穣，岩生周一，小関幸治，坂倉勝彦，西川　治，前島郁雄

会計委員会

委員長　木村達明

委　員　梅沢邦臣，川上喜代四，佐藤　茂，西川　治（2名追加の予定）

日本地学史資料調査委員会

委員長　小林貞一

委　員　石山　洋，今井　功，岡山俊雄，川上喜代四，木村敏雄，諏訪　彰，土井正民，湊　秀雄，渡辺武男

東京地学協会・国連大学共催シンポジウム実行委員会

委員長　木内信蔵

副委員長　湊　秀雄，西川　治

委　員　佐藤　茂，磯見　博，西村蹊二，高崎正義，嶋崎吉彦，大矢雅彦，浜田隆士，中村和郎，歌田実，松田磐余，中野和敬，三上岳彦，青木正博，荒井良雄，柴田匡平

委員長顧問　山内　肇，佐藤光之助

細則・内規起草委員会

委員長　渡辺　光

委　員　岩生周一，川上喜代四，斉藤正次，佐藤光之助，湊　秀雄

会　告

定款の一部変更について

昭和56年度通常総会（第102回）で議決されました定款の一部変更は，昭和56年7月10日付で文部大臣から認可（雑学第13の17号）されました。新定款は最後に掲載してあります。

会費の値上げについて

昭和56年度通常総会（第102回）で議決されましたので，昭和56年度から正会員の会費が年額4.000円に値上げになりました。旧会費でお納め頂きました方は追加分1,500円をお送金下さるようお願い致します。

また賛助会員の会費も年額10,000円以上となりましたので，よろしくお願い致します。

社団法人東京地学協会定款

第1章　総　　則

（名　　称）

第1条　この法人は、社団法人東京地学協会という。

（事 務 所）

第2条　この法人は、事務所を東京都千代田区二番町12番地の2におく。

（目　　的）

第3条　この法人は、地学を奨励し、地学における専門分野の連係を図り、もって総合的な地学の進歩普及を推進することを目的とする。

（事　　業）

第4条　この法人は、前条の目的を達するために次の事業を行なう。

一　学術講演会・研究発表会及び見学会の開催

二　機関誌「地学雑誌」ならびに地学関係出版物の刊行及び頒布

三　地学に関する調査研究

四　内外学術団体との連絡及び協力

五　地学に関する図書・資料などの収集及び整備

六　地学の推進普及などに功績のあったものの表彰

七　地学会館の管理

八　その他目的を達成するために必要な事業

第2章　会　　員

（会員の資格）

第5条　この法人の会員は、次のとおりとする。

一　正会員　地学の学識経験を有する者又は地学の奨励普及に関心ある者で、本会の目的に賛同して入会した個人

二　賛助会員　本会の目的及び事業に賛同して入会した団体

三　名誉会員　地学上とくに功労のある内外の学者及びこの法人にとくに功労のあった会員で、総会の議決をもって推薦された者

（会員資格の取得）

第6条　正会員として入会を希望する者は、正会員2名（少くとも1名は評議員）の紹介をもって、入会申込書を会長に提出し、理事会の承認を受けなければならない。

2　賛助会員として入会を希望する者は、入会申込書を会長に提出し、理事会の承認を受けなければならない。

3　名誉会員に推薦された者は、入会の手続を要せず、本人の承諾をもって会員となるものとする。

（会誌の配布等）

第7条　会員は、「地学雑誌」の無償配布を受け、この法人の行事に参加することができ、また施設の利用、刊行物・頒布図書の入手などに特典を有する。

（会　　費）

第8条　会員は、次の会費を前納しなければならない。

一　正会員　1年　4,000円
ただし、特に理事会が承認した者は、会費の納入を要しない。

二　賛助会員　1年　10,000円以上

2　名誉会員は、会費の納入を要しない。

3　既納の会費は、いかなる理由があっても返還しない。

（資格の喪失）

第9条　会員は、次の事由によってその資格を喪失する。

一　退会したとき

二　禁治産者若しくは準禁治産又は破産の宣告を受けたとき

三　死亡し、若しくは失踪宣告を受け又は法人である会員が解散したとき

四　除名されたとき

（退　　会）

第10条　会員が退会しようとするときは、退会届を会長に提出しなければならない。

（除 名 等）

第11条　会員が次の各号の一に該当するときは、総会の議決を経て、会長が除名することができる。

一　本会の名誉を傷つけ又は本会の目的に反する行為のあったとき

二　本会の会員としての義務に違反したとき

三　会員が、会費を２年以上滞納したとき

2　会員が、会費を１年以上滞納したときは、それが完納されるまで第７条の権利を停止する。

第３章　役員・評議員・顧問及び職員

（役員及び評議員）

第12条　この法人に、次の役員及び評議員を置く。

一　役　員

理事　８名以上12名以内（うち会長１名、副会長２名、常務理事１名）

監事　２名

二　評議員　30 名以上 45 名以内

（理事の選任等）

第13条　会長は、正会員中から総会において選任する。会長は評議員の資格を有する。

2　副会長及びその他の理事は、評議員中から、評議員会において選任する。

3　理事の任期は、２年とし、再任を妨げない。

（監事の選任等）

第14条　監事は、正会員中から、総会において選任し、その任期は４年とし、２年毎に１名を改選する。

2　監事は、評議員を兼ねることはできない。

（評議員の選任等）

第15条　評議員は、正会員中から、総会において選任し、その任期は２年とし、再任を妨げない。ただし、連続在任６年を超えることができない。

（理事の職務）

第16条　会長は、この法人の業務を総理し、この法人を代表する。

2　会長に事故あるとき、又は会長が欠けたときは、あらかじめ会長が指名した順序により、副会長がその職務を代理し、又はその職務を行う。

3　副会長は会長を補佐する。

第17条　理事は、理事会を組織し、この定款に定めるもののほか、この法人の総会の権限に属せしめられた事項以外の事項を議決し、執行する。

2　理事は、互選で常務理事を定め、常務理事は、理事会の議決に基づき、日常の業務に従事する。

（監事の職務）

第18条　監事は、この法人の業務及び財産に関し、次の各号に規定する業務を行う。

一　法人の財産の状況を監査すること

二　理事の業務執行の状況を監査すること

三　財産の状況又は業務の執行について不整の廉あることを発見したときは、これを理事会、総会又は文部大臣に報告すること

四　前号の報告をするために必要があるときは、理事会又は総会を招集すること

2　監事は、理事会及び評議員会に出席し、意見を述べることができる。ただし議決権は有しない。

（評議員の職務）

第19条　評議員は、評議員会を組織し、この定款に定める事項を行うほか、会長の諮問に応じ、会長に対し、必要と認める事項について助言する。

（役員の任期等）

第20条　補欠又は増員により選任された役員の任期は、前任者又は現任者の残任期間とする。

2　役員は、その任期満了後でも後任者が就任するまでは、なおその職務を行う。

（役員の解任）

第21条　役員が次の各号の一に該当するときは、理事現在数及び正会員現在数の各々の４分の３以上の議決により、会長がこれを解任することができる。

一　心身の故障のため職務の執行に堪えないと認められたとき

二　職務上の義務違反その他役員たるにふ

さわしくない行為があると認められるとき

（顧　　問）

第22条　この法人には、顧問若干名を置くことができる。

2　顧問は、この法人の運営に関し、会長の諮問に応じ助言を行う。

3　顧問は、理事会の議決を経て、会長が委嘱する。

4　顧問の任期は、2年とし、再任を妨げない。

（役員の報酬）

第23条　役員は、有給とすることができる。

2　役員の報酬は、理事会の議決を経て、会長が定める。

（職　　員）

第24条　この法人の事務を処理するため、職員を置くことができる。

2　職員の任免は、理事会の議決を経て、会長が行う。

3　職員は有給とする。

第4章　会　　議

（理事会及び評議員会）

第25条　理事会は毎年6回以上、評議員会は毎年2回以上、会長が招集する。

2　理事現在数又は評議員現在数の3分の1以上から、会議の目的を示して請求のあった場合は、その請求のあった日から20日以内に臨時理事会又は臨時評議員会を会長は招集しなければならない。

3　理事会及び評議員会の議長は会長とする。

第26条　理事会は、次の事項について、評議員会の意見を聴くものとする。

一　事業計画及び収支予算についての事項

二　事業報告及び収支決算についての事項

三　基本財産についての事項

四　長期借入金についての事項

五　第1号、第3号及び前号に定めるものを除くほか、新たに義務の負担及び権利の放棄についての事項

六　その他この法人の業務に関する重要事項で理事会において必要と認めるもの

（総会の構成）

第27条　総会は、第5条第1号の正会員をもって組織する。

（総会の招集）

第28条　通常総会は、毎年5月に会長が招集する。

2　臨時総会は、理事会が必要と認めたとき、会長が招集する。

3　前項のほか、正会員現在数の5分の1以上から会議に付議すべき事項を示して総会の招集を請求されたときは、会長は、その請求があった日から20日以内に臨時総会を招集しなければならない。

（総会の議長）

第29条　通常総会の議長は会長とし、臨時総会の議長は、会議のつど正会員の互選できめる。

（総会の通知）

第30条　総会は、理事会において日時場所を定め、議題を示して10日以前に正会員に通知しなければならない。

（総会の議決事項）

第31条　総会には、この定款に別に定めるもののほか、次の事項を通常総会に提出してその承認をえなければならない。

一　事業計画及び収支予算

二　事業報告及び収支決算

三　財産目録及び貸借対照表

四　その他理事会の必要と認めた事項

（定 足 数）

第32条　理事会は理事現在数の3分の2以上、評議員会は評議員現在数の3分の2以上、総会は会員現在数の5分の1以上の出席がなければ会議を開くことができない。

2　当該議事につき書面をもってあらかじめ意思を表示した者及び他の会員を代理人として表決を委任した者は、出席者とみなす。

3　すべての会議の議決は、この定款に別段の定めがある場合を除くほか、出席者の過半数をもって決し、可否同数のときは、議長の決するところによる。

（議 事 録 等）

第33条　すべての会議には、議事録を作成し、議長及び出席代表者2名以上が署名押印のうえこ

れを保存する。総会の議事の要領及び決議した事項は、会員に通知する。

第5章　資産及び会計

（資産の構成）

第34条　この法人の資産は次の通りとする。

一　財産目録に記載された財産

二　会　費

三　事業にともなう収入

四　資産から生じる収益

五　寄付金品

六　その他の収入

（資産の種別及び管理）

第35条　この法人の資産を分けて、基本財産と運用財産の2種とする。

2　基本財産は、次に掲げるものをもって構成する。

一　設立当初の財産目録中基本財産の部に記載された財産

二　基本財産とすることを指定して寄付された財産

三　理事会で基本財産に繰り入れることを議決した財産

3　運用財産は、基本財産以外の資産とする。

4　この法人の資産は、会長が管理し、基本財産のうち現金は、理事会の議決を経て定期預金とする等確実な方法により、会長が保管する。

（資産の処分の制限）

第36条　基本財産は、譲渡し、交換し、担保に供し、又は運用財産に繰り入れてはならない。ただし、この法人の事業遂行上やむをえない理由があるときは、理事会及び総会の議決を経、かつ文部大臣の承認を受けて、その一部に限りこれらの処分をすることができる。

（経費の支弁）

第37条　この法人の事業遂行に要する経費は、運用財産をもって支弁する。

（事業計画及び収支予算）

第38条　この法人の事業計画及びこれにともなう収支予算は会長が編成し、理事会及び総会の議決を経て毎会計年度開始前に、文部大臣に届け出なければならない。事業計画及び収支予算を変更しようとする場合も同様とする。

2　前項の規定にかかわらず、止むを得ない事情により、同項に規定する総会を開催することができないときは、総会の議決を省略することができる。この場合において、翌会計年度開始後最初に開催される総会において、これらに係る承認をえなければならない。

（長期借入金等）

第39条　第36条ただし書きの規定に該当する場合及び収支予算で定められたものを除くほか、新たに生じる義務の負担、権利の放棄、あるいは年度内に決済できない借入金は、理事会及び総会の承認を経て、文部大臣の承認を受けなければならない。

（収支決算）

第40条　この法人の収支決算は、会長が作成し、財産目録、貸借対照表、事業報告書及び財産増減事由書並びに会員の異動状況書とともに、監事の意見をつけて、理事会及び総会の承認を受けて毎会計年度終了後3月以内に文部大臣に報告しなければならない。

2　この法人の収支決算に剰余金があるときは、理事会の議決及び総会の承認を受けて、その一部若しくは全部を基本財産に編入し、又は翌年度に繰り越すものとする。

（会計年度）

第41条　会計年度は、4月1日に始まり、翌年3月31日に終る。

第6章　定款の変更並びに解散

（定款の変更）

第42条　この定款は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経て、かつ文部大臣の認可を受けなければ変更することができない。ただし、第8条の会費の変更については、第32条第3項によるものとする。

（解散等）

第43条　この法人の解散は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けなければならない。

2　この法人の解散にともなう残余財産は、理事会及び総会において各々の現在員数の4分の3以上の議決を経、かつ文部大臣の許可を受けて、本会の目的に類似する目的を有する公益法人に寄附するものとする。

第7章　補　　則

（書類及び帳簿の備付等）

第44条　この法人の事務所に、次の書類及び帳簿を備えなければならない。ただし、他の法令により、これらに代る書類及び帳簿を備えたときは、この限りでない。

一　定　款
二　会員の名簿
三　役員及びその他の職員の名簿及び履歴書
四　財産目録
五　資産台帳及び負債台帳
六　収入支出に関する帳簿及び証拠書類
七　理事会及び総会の議事に関する書類
八　処務日誌
九　官公署往復書類
十　その他必要な書類及び帳簿

2　前項の書類及び帳簿は、永久保存としなければならない。ただし、前項第六号の書類及び帳簿は10年以上、同項第八号・第九号・第十号の書類及び帳簿は、1年以上保存しなければならない。

（細　　則）

第45条　この定款の施行についての細則は、理事会及び総会の議決を経て、別に定める。

付　　則

1. この定款は、文部大臣の認可のあった日から施行する。ただし、第8条の会費については、昭和56年度の会費から適用する。
2. 変更前の定款第22条の規定に基づく名誉会長及び名誉評議員については、なお、従前の例による。
3. この定款の施行の際、現に評議員に就任している者については、変更後の定款第15条の規定にかかわらず、その任期終了まで在任するものとする。

昭和56年7月10日　　文部大臣認可

東京地学協会 取扱い出版物 ▲印 新刊

1/7.5万 地質図及び説明書

各 490円
〒 450円

鬼首　高松　徳島　勿来

1/20万 地質図 各〒 350円（左上から定価順，アイウエオ順）

各440円
伊良湖岬　高知　野辺地　羽幌　松山　輪島

各620円
網走　酒田　標津　深浦　宮津　稚内

各870円
天塩　尻屋崎

各1,140円
剣山　斜里　鳥取　根室　留萠

各1,310円
▲大多喜　釧路　知床岬　豊橋　野母崎　宮古島

1,630円
久遠

1,780円
▲横須賀

1,870円
旭川

2,060円
▲枝幸

2,350円
弘前及び深浦

2,460円
札幌

2,510円
▲秋田及男鹿

1/50万 地質図 各〒 350円

各500円
八丈島　奄美大島

1,960円
鹿児島

2,320円
釧路

備考：ご注文品の代金（送料共）は前金でお願い致します。（正会員一割引）
2部以上の時は，全体としての送料になりますので，事前にご連絡下さい。
振替口座　東京０－６６２７８
第一勧業銀行 麹町支店（普）１４０４０４４
三菱銀行 麹町支店（普）４０４８１０３
銀行振込の場合には，銀行からはお名前と金額しか知らせてきませんので，事前に注文品と住所・氏名をお知らせ下さい
（現金書留は勿論結構ですが，郵便切手同封によるお申し込みは取り扱いません）入金次第発送申し上げます。

通産省 工業技術院 地質調査所発行の地質図幅
販売元　〒 102　東京都千代田区二番町12－2
社団法人　東京地学協会
電話 東京（03）261-0809，262-1401

地学雑誌（隔月発行）1カ年 9,900円（送料共），巻号によっては分売もします。

東京地学協会 取扱い出版物　▲印 新刊

$\frac{1}{5万}$ 地質図及び説明図 (左上から定価の順で 同一価格のものはアイウエオ順)

各 460円
〒 450円

赤穂
秋葉山
上松
足尾
厚田
阿仁合
飯田
今治西部
伊予三崎
岩内
岩館
宇部
宇部東部
襟裳岬
大垣
大迫
大畑
近江長浜
大屋市場
尾花沢
渡島小島
鬼鹿
小浜
飫肥
蟹田
海南
唐津
冠島
霧島山
串本
鞍岡
国分
甲府
昆布森
猿留
須坂
田沢湖
但馬竹田
垂水
丹後由良
妻籠
土淵
都農
津山東部
都井岬
当別
動木
苫前
富高
那智
男体山
沼田
鮎崎
羽幌
浜益
東茂住
燧岳
人首
平戸
船津
幌加内
本岐
幌泉
母衣月
三日市
三厩
門別
吉野山
呼子
留萌

各 600円
〒 450円

荒島岳
伊万里
内之浦
渡島大島
大槌・霞露岳
大間・佐井
鯛ノ浦
加治木
勝本・郷ノ浦・芦辺
金木
鹿屋
上里
草津
小口瀬戸
佐用
志布志
新宮・阿田和
周匝
男女群島
達布
田並
太良鉱山
近川
月形
徳舜瞥
仁位
根雨
羽島
初浦
肥前高島付野母崎
日向青島
肥前江ノ島
弘前
深浦
三島
三田井
見付・掛塚
焼石岳
八幡浜・伊予高山
涌谷
若柳

各 890円
〒 450円
(△印説明書なし)

△伊東
五所川原
△横田
脇野沢

各 1,390円
〒 450円

▲粟島
磯浜
稲取
伊良部島
岩沼
魚津
渡島福島
川尻
金華山
熊石
五城目
修善寺
下田
尻屋崎
多良間島
鶴居
利島
富江
那珂湊
野尻
彦根東部
都城
御蔵島
三崎
陸奥川内
屋久島西南部
八雲
米内沢

各 1,510円
〒 450円

羽後和田
小諸
酒田
知内
大樹
大正
館
多里
津幡
宮古島北部

各 1,840円
〒 450円

▲相沼
秋田
浅舞
▲油川
上石見
木古内
千歳
本荘
神門
八ガ岳
湯沢
▲遊楽部岳

各 2,390円
〒 500円

伊予鹿島・宿毛
▲帯広
栗栖川
坂城
▲白木峰
▲太平山
竹田
蓼科山
津島
藤沢
若桜
宮古島

2,390円
〒 都内 600 / 第一地帯 700 / 第二 〃 850 / 第三 〃 1,000

浜松

2,610円〒500円

▲鴨川

2,620円〒500円

▲亀山

2,700円〒500円

▲龍神

2,790円〒500円

江住

2,850円〒500円

▲上郡

東京地学協会　取扱い出版物　　▲印　新刊

日本 油田 ガス田図　各〒 450円

No.	名称	縮尺	価格
No.1,	青山奥	縮尺1/ 5万	820
No.2,	横浜	1/ 1.5万	820
No.3,	横須賀	1/ 2万	820
No.7,	魚沼　説明書付	1/ 5万	3,410 〒 800
No.8,	本宿	1/ 2.5万	1,510
No.9,	七谷	1/ 2.5万	820
No.10,	茂原	1/5万・1/1.5万	2,140
No.11,	佐渡　説明書付	1/ 5万	3,020 〒 800

日本炭田図　各〒 760円 (1.2.8.13は都内 760円 第一地帯880円第二1,030円第三1,180円)

No.	名称		縮尺	価格
No.1,	常磐炭田図	説明書付	縮尺1/ 5万	1,760
No.2,	北松炭田図	〃	1/ 2.5万	2,930
No.3,	留萠炭田大和地区	説明書付	1/ 2.5万	730
No.4,	常磐炭田泉地域	説明書付	1/ 1万	730
No.5,	釧路炭田新縫別地域	説明書付	1/ 1万	730
No.6,	石狩炭田空知地区東芦別地域	説明書付	1/ 1万	1,330
No.7,	釧路炭田北西部	説明書付	1/ 2万	1,330
No.8,	雨竜一留萠	〃	1/ 2万	2,930
No.9,	佐世保市南西部	〃	1/ 1万	1,330
No.10,	新潟県赤谷	〃	1/ 5000	1,330
No.12,	佐世保西南部地域	説明書付	1/ 1万	1,760
No.13,	天北炭田地質図 炭層対比図炭柱図 天北炭田説明書	組の場合7,730	1/ 2.5万	4,190 2,650 1,330

北海道金属非金属鉱床総覧　縮尺 $\frac{1}{80万}$　各〒 450円

	名称	価格
I.	新第三紀後期一第四紀の鉱化作用	610
II.	新第三紀の鉱化作用	590
III.	古生代後期一第三紀初期の鉱化作用	560

空中磁気図　縮尺 $\frac{1}{20万}$　各〒 450円

	海域	価格
I.	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
II.	稚内-利尻-遠別-留萠-札幌海域	1,030
III.	浜頓別-雄武-網走海域	590
IV.	御前崎-浜松-豊橋海域	590
V.	西九州長崎-川内海域	590
VI, VII.	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
VIII, IX, X.	厚岸-浦幌-苫小枚-函館-襟裳-積丹海域	1,030
XI, XII.	輪島-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-花巻海域	1,030
XIII.	福井-豊岡-隠岐海域	590
XIV, XV, XVI.	豊橋-串本-室戸-延岡-佐多岬海域	1,550
XVII, XVIII.	天北-十勝地域	590
XIX, XX.	日高-大雪地域	590
XXI, XXII.	奥尻-津軽-男鹿半島-酒田海域	1,030
XXIII.	五島列島-野母崎-男女群島-甑島海域	1,030
XXIV.	北見地域	590
XXV.	大隅半島-屋久島-種子島東方海域	1,030
XXVI.	佐渡相川-輪島-糸魚川-七尾海域	1,030
XXVII.	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島-房総沖海域	1,030

名称	価格
日本地質図索引図 (I) (1960〜69)　日本東部 (〒 500)	3,160
日本地質図索引図 (II) (1960〜69)　日本西部 (〒 500)	3,700
日本地質図索引図第3集 (1970〜74) (〒 1000)	4,710

名称	価格
▲地　質　図　目録図　1981年版(〒300)	720
海洋地質図　目録図　(〒300)	750

斉藤報恩会発行，増田孝一郎・野田浩司著
日本の第三紀及第四紀軟体動物のチェックリスト (1950-1974) (正会員割引無)
定価 9,000円(〒都内 710円，第一地帯 830円，第二 980円，第三 1,130円)

ISSN 0022-135X

JOURNAL OF GEOGRAPHY

Vol. 90, No. 6 (846), 1981

目　次

CONTENTS

TOKYO GEOGRAPHICAL SOCIETY

(TOKYO CHIGAKU KYOKAI)

Founded in 1879

Nibancho, Chiyoda-ku, Tokyo

東京地学協会 取扱い出版物

▲印 新刊

日本油田・ガス田図 各〒 450円

No.	名称	縮尺	価格
No.1,	青山奥	縮尺1/ 5万	820
No.2,	横浜	1/ 1.5万	820
No.3,	横須賀	1/ 2万	820
No.7,	魚沼 地質柱状図・説明書付	1/ 5万	3,410 〒 800
No.8,	本宿	1/ 2.5万	1,510
No.9,	七谷	1/ 2.5万	820
No.10,	茂原	1/5万・1/1.5万	2,140
No.11,	佐渡 説明書付	1/ 5万	3,020 〒 500

日本炭田図 各〒 760円（1.2.8.13は都内 760円 第一地帯880円第二1,030円第三1,180円）

No.	名称	縮尺	価格
No.1,	常磐炭田図 説明書付	縮尺1/ 5万	1,760
No.2,	北松炭田図 〃	1/ 2.5万	2,930
No.3,	留萌炭田大和地区 〃	1/ 2.5万	730
No.4,	常磐炭田泉地域 説明書付	1/ 1万	730
No.5,	釧路炭田新縫別地域 〃	1/ 1万	730
No.6,	石狩炭田東芦別地域 〃	1/ 1万	1,330
No.7,	釧路炭田北西部 説明書付	1/ 2万	1,330
No.8,	雨竜一留萌 〃	1/ 2万	2,930
No.9,	佐世保市南西部 〃	1/ 1万	1,330
No.10,	新潟県赤谷 〃	1/ 5000	1,330
No.12,	佐世保西南部地域 〃	1/ 1万	1,760
No.13,	天北炭田地質図 炭層対比図炭柱図 天北炭田説明書 } 組の場合7,730	1/ 2.5万	4,190 2,650 1,330

海洋地質図 各〒 450円

No.	名称	縮尺	価格
No.3,	相模灘付近海底地質図（付図４）説明書付	縮尺 1/ 20万	1,840
No.4,	相模灘付近表層堆積図（付図３）	1/ 20万	1,630
No.5,	紀伊水道南方海底地質図(付図3)	1/ 20万	1,700
No.6,	紀伊水道南方表層堆積図(付図2)	1/ 20万	1,280
No.7,	琉球島孤周辺広域海底地質図（付図７）	1/100万	3,610
No.8,	西南日本外帯沖広域海底地質図	1/100万	2,000
No.9,	八戸沖表層堆積図（付図５）	1/ 20万	2,350
No.10,	八戸沖海底地質図（付図３）説明書付	1/ 20万	1,970
No.11,	日本海溝・千島海溝南部（付図4）	1/100万	2,650
No.12,	西津軽海盆表層堆積図（付図６）	1/ 20万	2,440
▲No.13,	日本海南部及び対島海峡(付図3)	1/100万	2,430
▲No.14,	北海道周辺日本海・オホーツク海（付図３）	1/100万	2,750
▲No.15,	日本海中部海城広域海底地質図（付図３）	1/100万	2,990
▲No.16,	紋別沖表層堆積図（付図３）	1/ 20万	2,460

空中磁気図 縮尺 $\frac{1}{20万}$ 各〒 450円

No.	名称	価格
I．	酒田-村上-弥彦-糸魚川海域	1,030
II．	稚内-利尻-遠別-留萌-札幌海域	1,030
III．	浜頓別-雄武-網走海域	590
IV．	御前崎-浜松-豊橋海域	590
V．	西九州長崎-川内海域	590
VI,VII．	気仙沼-岩沼-磐城-日立-鹿島-鴨川海域	1,030
VIII,IX,X．	厚岸-浦幌-苫小枚-函館-襟裳-積丹海域	1,030
XI,XII．	輪島-陸奥-尻屋崎-八戸-宮古-花巻海域	1,030
XIII．	福井-豊岡-隠岐海域	590
XIV,XV,XVI．	豊橋-串本-室戸-延岡-佐多岬海域	1,550
XVII,XVIII．	天北-十勝地域	590
XIX,XX．	日高-大雪地域	590
XXI,XXII．	奥尻-津軽-男鹿半島-酒田海域	1,030
XXIII．	五島列島-野母崎-男女群島-甑島海域	1,030
XXIV．	北見地域	590
XXV．	大隅半島-屋久島-種子島東方海域	1,030
XXVI．	佐渡相川-輪島-糸魚川-七尾海域	1,030
XXVII．	伊豆沖-相模灘-伊豆諸島-房総沖海域	1,030

北海道金属非金属鉱床総覧 縮尺 $\frac{1}{80万}$ 各〒 450円

No.	名称	価格
I．	新第三紀後期一第四紀の鉱化作用	610
II．	新第三紀の鉱化作用	590
III．	古生代後期一第三紀初期の鉱化作用	560

名称	送料	価格
日本地質図索引図（I）（1960～69）	日本東部 〒 500	3,160
日本地質図索引図（II）（1960～69）	日本西部 〒 500	3,700
日本地質図索引図第３集（1970～74）	〒 1000	4,710
▲日本地質図索引図第４集（1975～79）	〒 1000	6,000

名称	送料	価格
地 質 図 目録図 1981年版	〒300	720
海洋地質図 目録図	〒300	750

斉藤報恩会発行，増田孝一郎・野田浩司著
日本の第三紀及第四紀軟体動物のチェックリスト
(1950-1974)（正会員割引無)
定価 9,000円〒都内 760円，第一地帯 880円，
第二 1,030円，第三 1,180円

ボリビア，La Paz 近郊の土柱

ボリビアの首都 La Paz は東部アンデス山脈とその西にひろがる高原，Altiplano との境に La Paz 川の侵食によって生じた盆地に発達した一大山岳都市である。盆地の基盤はわが国では殆んどみられない珪岩，珪質砂岩の厚い層と粘板岩層とからなるデボン系で，これを不整合におおう白亜系がごく一部に分布する。La Paz 盆地の地質は盆地周辺の断崖でよく観察され，上記基盤岩類のうえにほぼ水平層からなり，厚さ約 900m に及ぶ新第三系及び第四系が重なっている。一般にデボン系の分布地域は珪質岩が優勢であるため La Paz 川の下方侵食はかなり進んでいるが，一方，未固結の状態にある新第三系・第四系の分布地域は La Paz 川の側方侵食が進み，その結果南北性に長軸をもつ La Paz 侵食盆地がひろくつくられるに至った。盆地周辺の Altiplano の堆積面が標高 4000～4200m であるのに対し，盆地底の標高は 3200～3500m で，La Paz 川のこの盆地形成に関与する侵食量は著しいものといえる。盆地内は僅かの降雨でも崩壊が著しく，概して bad land といえ，Altiplano 面にある国際空港から La Paz に通ずる坂道は実のところ地辷り地形を利用してつくられている。ことに La Paz から数km 南に露出する Pliocene あるいは early Quaternary と考えられている La Paz 層の侵食は甚だしく，写真に示すように起伏に富んだ地形は奇観そのもので，一見，今にも倒れそうな土柱が林立する。La Paz 層は岩質上，凝灰岩を主体とすることで特徴づけられ，侵食され易い状態にあることは，ボリビアの地質系統中でも特色あることである。土柱は数 m から10数 m の高さを示している。La Paz での雨量は年間約600mm 内外で少なく，11月から翌年の 2 月までの雨季に集中して降雨があって，この季節に La Paz 層の侵食地形が発達する。そしてここの土柱にも土柱のいただきに降雨に堪えてくずれ去ることのない凝灰岩のかたく固結した角礫岩等が写真でもわかるように載っていて，土柱の形成に関与していることは興味深く思われることである。ボリビアでは乾燥気候区にある凝灰岩層の発達する他の場所でも，しばしば規模の差こそあれ土柱が形成されている。

（1976年10月　前田四郎撮影　photo by S. MAEDA）

地学雑誌 90, 6 (1981)

現時点における日本の非海生白亜紀二枚貝化石研究の総括

田　村　　実*

A Summary of the Cretaceous Non-marine Bivalve Studies in Japan at Present

Minoru TAMURA

Abstract

In addition to many works on this problem which have been done for about forty years, recent studies in Japan, Korea and SE Asia were introduced. These results were summarized from the view points of taxonomy, age correlation and environment. The faunas are divisible into three(Neocomian, Up. Neocomian-Low. Albian and Up. Albian-Turoni- an) and brief explanations on them were given.

I. 研究史と謝辞

日本の白亜系，特に中・下部白亜系は，海成層中にしばしば非海成層をはさみ，海成層中のアンモナイト等国際的に対比可能な示準化石含有部との上下関係で，それらの時代を決定しうる。これらの非海成層は化石として二枚貝を最も普通に産する。その重要化石産地を第1図に示す。

数種の汽水性二枚貝が YABE, NAGAO and SHIMIZU (1926) により記載されたが，非海生二枚貝の系統的な研究は1930年代に小林・鈴木によりはじめられた (KOBAYASHI and SUZUKI, 1936, 1937, 1939 ; KOBAYASHI, 1956 ; SUZUKI, 1940, 1941, 1943, 1949)。彼らの研究後多くの研究が日本各地の二枚貝について行なわれた (AMANO, 1967 ; HASE, 1960 ; HAYAMI, 1965 ; HAYAMI and ICHIKAWA, 1965 ; HAYAMI and NAKAI, 1965 ; MAEDA, 1959, 1962a, 1962b, 1963 ; MATSUMOTO, 1938 ; NAKAZAWA and MURATA, 1966 ; OTA, 1959a, 1959b, 1959c, 1963, 1964, 1965, 1973, 1974a, 1974b, 1975 ; TAMURA, 1970, 1975, 1976, 1977, 1979a, 1979b, 1980). また，速水による日本の中生代二枚貝化石の分類上の総括 (HAYAMI (1975)) も重要な貢献である。

一方朝鮮海峡をへだてた韓国南部慶尚層群の二枚貝は，淡水性の日本のものと共通種もあり，属的構成ではきわめて類似しているので日本のものと関係が深い。最近の梁承栄の研究 (YANG, 1974, 1975, 1976a, 1976b, 1978, 1979a, 1979b) は，日本のこの方面の知識にも貢献するところ大である。特に化石29号の論文では慶尚層群の二枚貝を要約している。

この論文は私の多年の研究を通して採集した資料に，白亜紀総研（白亜系の国際対比に関する研究・代表高柳洋吉）や日韓コロキウム・後期中生代の研究の際のエクスカーションなどで得た資料をあわせてまとめたもので，1979年の日本古生物学会でのコロキウムの要約（化石29号）や日韓コロキウムでの発表 (*Jour. Geol. Soc. Korea*, Vol. 16, No. 4) に，その後の研究結果を加えてまとめたものである。この論文は，さきにあげた多くの方々の研究に基づいていることは勿論で，総報的内容に新事実・新解釈を加

* 熊本大学教育学部地学教室 Kunamoto University

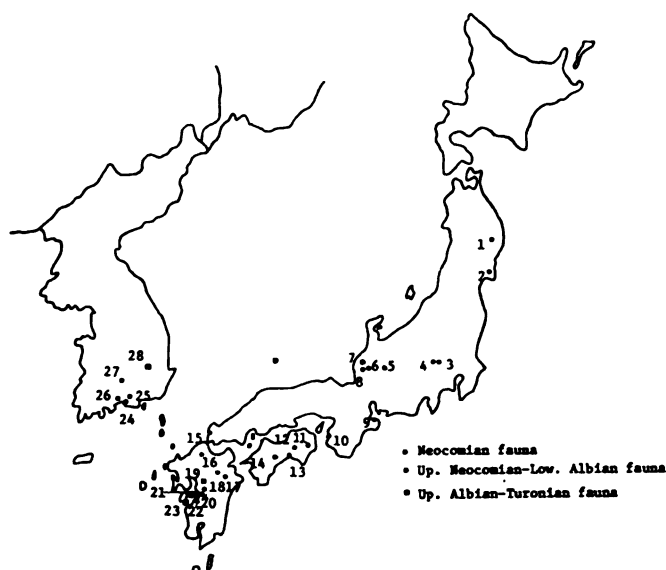



Fig. 1 Distribution of Cretaceous non-marine bivalve localities around Japan
1 : Kamiheii (Omine), 2 : Jusanhama (Hashiura), 3 : Sebayashi (Sanchu), 4 : Shiroi (Sanchu), 5 : Furukawa (Tetori), 6 : Kuwajima or Itoshiro (Tetori), 7 : Kitadani or Akaiwa (Tetori), 8 : Izuki or Itoshiro (Tetori), 9 : Toba, 10 : Yuasa, 11 : Tatsukawa or Katsuragawa, 12 : Yunoki (Monobe), 13 : Ryoseki, 14 : Doganaro, 15 : Yoshimo, 16 : Wakino, 17 : Yamabu, 18 : Haidateyama, 19 : Mifune, 20 : Yatsushiro, 21 : Kawaguchi, 22 : Uminoura, 23 : Goshonoura and Shishijima, 24 : Sumoondong (middle part of Hasandong F.), 25 : Yangpori (mid. part of Hasandong F.), 26 : sw of Jinju (uppermost part of Hasangdong F.), 27 : Weolmagdong (Yeonhwadong F.), 28 : Geoncheonri (Jindong F.)

えたものである。また分類上種々議論の分かれる問題もあるので，それらについて私見を述べさせていただいた。なお記述が不適当な場合は御叱正をいただきたい。

この研究を通し東京大学小林貞一名誉教授には得がたい文献を貸していただき，また種々御指導いただいた。厚く御礼申し上げる。九州大学松本達郎名誉教授にも種々御指導いただき，日韓コロキウムへの参加その他資料蒐集上便宜をはかっていただいた。またそれぞれの地域での資料の一部については，山中地溝帯のものは愛媛大・松川正樹，手取のものでは同大・松尾秀邦・千葉大前田四郎，脇野のものでは福岡教育大・太田喜久，物部川流域のものでは高知大・田代正之の皆さんから提供をうけた。また２回の韓国での採集では慶北大の梁承栄および韓国エネルギー資源研究所の厳相穡部長やほかの方々の御援助を得た。また熊本大学野口宗親助教授には中国文献を読んでいただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

II. 分類に関する研究の結果と残された問題

日本の白亜紀非海生二枚貝化石はまだ完全に記載されていない。むしろ現在のところでは一部特徴的なグループから研究がすすめられてきているといった方が正しいかもしれない。

第10図にも示すごとく，現生のヤマトシジミは河口域ではアサリや蛤と共に棲み，より上流部では淡水のマシジミと棲んでいる。この産状は当然白亜紀の非海生二枚貝にも適用できることで，ある地層からいわゆる汽水種と海生種とが一緒に産出した場合，どれを汽水種にするかは難しい場合が多い。また川の上流部より流された淡水種が河口または縁海部で海生種と混じた場合，もしそれらが地層から少ない個体数しか得られない時は，その所属は特に難しい。しかし経験的に，今迄記載された化石を特別なもの以外そのまま次にリストする（第１表）。

この化石群では Neomiodontidae に15種，Corbiculidae に14種，Trigonioididae に10種，Unionidae および Corbulidae に各７種が属する。しかし個体数では，*Crassostrea*, *Eomiodon*, *Myrene*, *Filosina*,

Table 1 Species from the Cretaceous non-marine bivalve facies in Japan (Some of them are chiefly distributed in the marine facies.) (TAMURA, 1980)

Arcidae
"Arca" sp.
Bakevelliidae
Bakevellia (Yoshimopsis) nagatoensis (OHTA)
Anomiidae
Anomia foldia TAMURA
Anomia sp.
Gryphaeidae
Exogyrinae
Ceratostreon japonica TAMURA
Ostreidae
Ostreinae
Crassostrea ryosekiensis(KOBAYASHI and SUZUKI)
Crassostrea yoshimoensis (KOBAYASHI and SUZUKI)
Crassostrea japonica TAMURA
Lophinae
Lopha sp.
Unionidae
Paranodonta otai KOBAYASHI and SUZUKI
Plicatounio (s.s.) *naktongensis naktongensis* KOBAYASHI and SUZUKI
Plicatounio (s.s.) *naktongensis multiplicatus* (SUZUKI)
Plicatounio (s.s.) *triangularis* KOBAYASHI and SUZUKI
Plicatounio (s.s.) *kobayashii* MAEDA
Plicatounio (Kwanmonia) kuwanmonensis OTA
Unio? ogamigoensis KOBAYASHI and SUZUKI
Family uncertain
"Nakamuranaia" chingshanensis (GRABAU)
Trigonioididae
Nippononaia ryosekiana (SUZUKI)
Nippononaia tetoriensis MAEDA
Trigonioides (Wakinoa) wakinoensis wakinoensis (OTA)
Trigonioides (Wakinoa) wakinoensis intermedius (HASE)
Trigonioides(Wakinoa?) obsoletus (HASE)
Trigonioides (Wakinoa) sengokuensis (OTA)
Trigonioides (Wakinoa) tetoriensis (MAEDA)
Trigonioides (Kumamotoa) suzukii OTA
Trigonioides (Kumamotoa) matsumotoi KOBAYASHI and SUZUKI
Trigonioides (Kumamotoa) mifunensis TAMURA
Cardiidae
Cardiinae
Vepricardium sp.
Fraginae
Ctenocardia spinosa TAMURA

Table 1 のつづき

Protocardiinae

Protocardia (Protocardia) ibukii NAKAZAWA and MURATA

Protocardia (Protocardia) morii HAYAMI

Protocardia sp.

Integricardium? seikaianum (AMANO, OGATA and NIRE)

Nemocardium kyushuensis TAMURA

Cultellidae

Leptosolen japonica ICHIKAWA and MAEDA

Neomiodontidae

Eomiodontinae

Eomiodon sakawanus (KOBAYASHI and SUZUKI)

Eomiodon nipponicus OHTA

Eomiodon hayamii OHTA

Eomiodon matsubasensis TAMURA

Costocyrena otsukai (YABE and NAGAO)

Costocyrena ominensis (NAKAZAWA and MURATA)

Costocyrena radiatostriata (YABE and NAGAO)

Costocyrena matsumotoi HAYAMI

Costocyrena matsubasensis TAMURA

Mifunea mifunensis TAMURA

Pseudasaphis japonica MATSUMOTO

Neomiodontinae

Crenotrapezium? kobayashii (MAEDA)

Crenotrapezium kitakamiensis HAYAMI

Neomiodon? amagashiraensis (KOBAYASHI and SUZUKI)

Myrene (Mesocorbicula) tetoriensis (KOBAYASHI and SUZUKI)

Family uncertain

Isodomella shiroiensis (YABE and NAGAO)

Corbiculidae

Filosina jusanhamensis HAYAMI

Protocyprina naumanni (NEUMEYR)

Protocyprina sp.

Tetoria yokoyamai (KOBAYASHI and SUZUKI)

Tetoria antiqua (KOBAYASHI and SUZUKI)

Tetoria sanchuensis (YABE and NAGAO)

Tetoria yoshimoensis OTA

Tetoria mifunensis TAMURA

Tetoria asanoyabuensis TAMURA

Tetoria inflata TAMURA

Tetoria murakamii TAMURA

Tetoria shishijimensis AMANO

Veloritina matsumotoi TAMURA

Dentonia japonica TAMURA

Pisidiidae

Table 1 のつづき

Sphaerium andersoni andersoni (GRABAU)
Sphaerium andersoni jeholense (GRABAU)
Corbulidae
Corbulinae
Corbula? imamurae HASE
Pulsides higoensis (MATSUMOTO)
Pulsides nagatoensis OTA
Pulsides okadai OTA
Eoursivivas matsumotoi (HASE)
Nipponicorbula mifunensis OTA
Nipponicorbula mashikensis TAMURA
Myopholadidae
Myopholas carinatus OTA
Myopholas sp.

Tetoria, *Pulsides* および *Costocyrena* などに属する種のそれが多く，密集した化石層を形成している場合も多い。Cardiidae や Corbulidae に属する現生種は海生種であるが，白亜紀には汽水環境に生きていたものが多い。

以前から問題になっているように，同一の Taxa に対して研究者の見解が異なるのは，分布域が比較的限定される非海成層の化石なので，ある研究者が自己の研究する化石を同定する際に，別の地域の化石を時間をかけてみることなく同定等の作業をすることが多いためにおこるのではないかと考えられる。特に大陸のように非海生化石の分布域が広くない日本では，問題が起こるのではなかろうか。勿論このようなことがおこるのは，化石の保存が悪いか，または充分な量の化石を採集しないで，不充分な記載が行なわれることに不幸な原因がある。

また *Trigonioides* の如く模式種の *Trigonioides kodairai* の模式標本が戦災で失われ，戦後韓国と国交のない状態が暫く続いた関係で，この期間模式標本をみられなかったり，また type locality で標本がとれなくて，日本等のみの限られた資料で研究を進めざるを得なかった事情も重なっている。TAMURA (1970) が御船層群から *Trigonioides* の記載をした時などはこの例である。しかしこのようにしてできた報告を，事情にうとい外国人がみて，さらに自分の所の資料の同定作業を行なうといろいろ不幸な事情が拡がることになる。

ここ30年程前からわが国やその他先進国での研究に印象材が使用されてきた。hinge structure が非海生二枚貝にも重要であることが認められてきたが，東南アジア諸国の研究には，これらの使用がなされていない場合が多いようで，従って型 (mold) で産出する化石の場合には hinge structure が明確でない場合が多いようである。

III. 対　比

研究史でのべた多くの研究に基づいて，日本の白亜紀非海生二枚貝化石群は年代的に，次の3つにわけることができる。

(1) 領石・吉母・桑島（石徹白）等‥‥Neocomian
(2) 脇野・北谷（赤岩）・八代・瀬林等‥‥Up. Neocomian～Low. Albian
(3) 御所浦・御船‥‥Up. Albian～Turonian

非海生二枚貝化石群の国際的対比は非海成層にはさまれている海成層含有示準化石から間接的にもたら

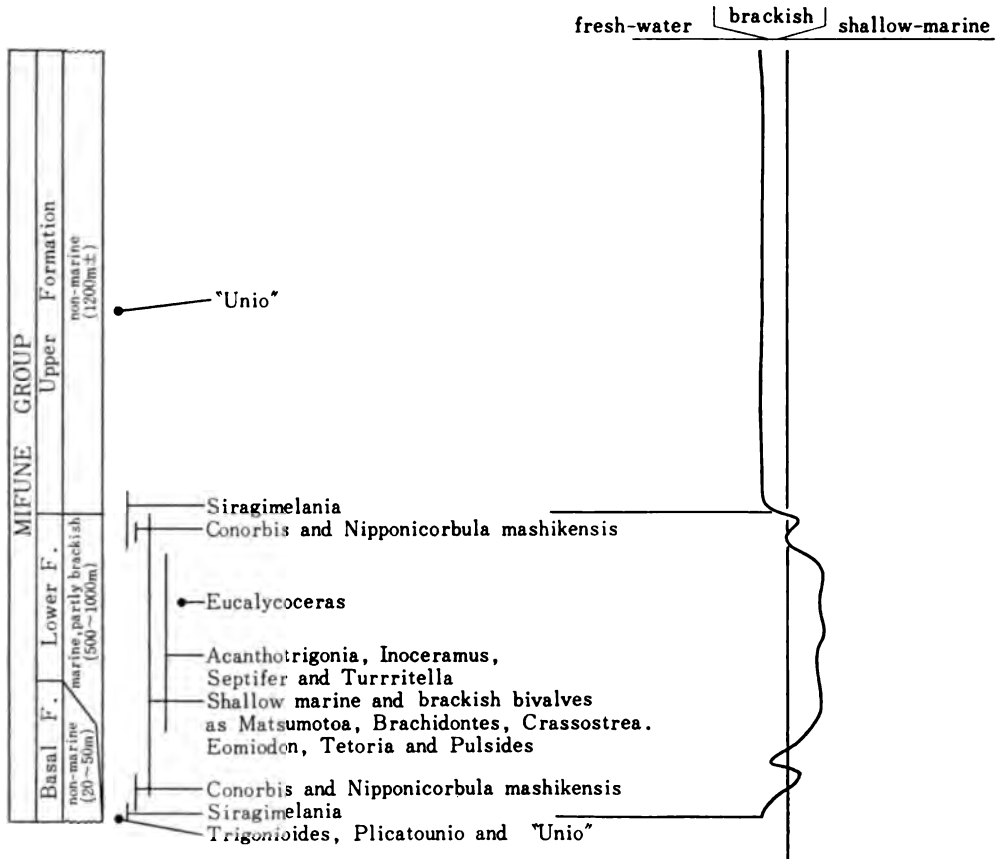



Fig. 2 Biostratigraphy of the Mifune group using some selected fossils and sea level change (TAMURA, 1979)

される。次にのべる地域では白亜紀非海生二枚貝産出層の上・下にアンモナイトなど示準化石を産するので，二枚貝化石層の年代決定が可能である。第2図に御船層群でのこの状況を示す。

海ノ浦 (SATO, 1961 ; 田村, 1960 ; 太田, 1980)

山部 (NODA, 1972)

八代 (MATSUMOTO, KANMERA and OTA, 1980)

佩楯山 (NODA, 1977)

御所浦・獅子島 (MATSUMOTO, 1960, 1977 ; MATSUMOTO and TASHIRO, 1975)

御船 (MATSUMOTO in TAMURA and MATSUMURA, 1976)

勝浦川 (中居, 1968)

物部 (柚ノ木) (田代・香西・岡村・甲藤, 1980)

湯浅 (小畠・小川, 1976)

瀬林 (松川, 1977 ; OBATA and others, 1976)

次の属は特別な性質または特別な産状から，日本の白亜紀非海生二枚貝の重要属である：*Trigonioides, Plicatounio, Nippononaia, Crassostrea, Anomia, Eomiodon, Costocyrena, Pseudasaphis, Protocyprina, Isodomella, Tetoria, Myrene, Pulsides, Nipponicorbula*. これらに属し，いくつかの種が層準を

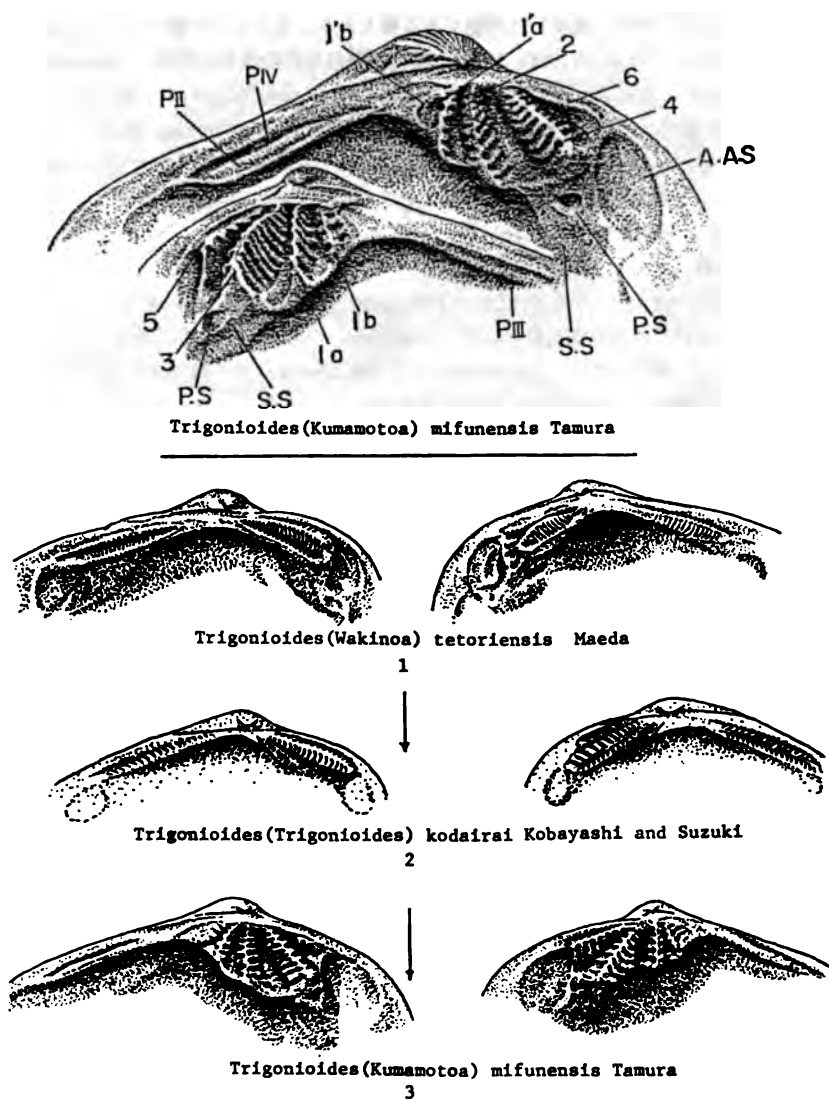



Fig. 3 Hinge structure of *Trigonioides* and its evolution (1-2-3)
AAS : anterior adductor scar, PS : pedar scar, SS : socket suporter (TAMURA, 1980)

異にして産出する場合で，下位の層準から上位の層準に向かって系統的形態変化がみられることがある。これらの変化は間接的にではあるが，産出地層の年代の新旧を比較するのに重要である。これらのうちには，形態変化と関連した分類上の問題もあるが，いくつかの例を以下にあげる。

***Trigonioides* の系列**

Trigonioides では前側歯が明瞭な crenulation をもつ擬主歯の状態になっており，擬主歯の数が一般に新しい年代のものほど多くなっている（第３図及び Plate 1 参照)。*Koreanaia*→*Wakinoa*→*Trigonioides*→*Kumamotoa* など亜属の系列が認められているが，日本では *Koreanaia* の報告はない。*Kumamotoa* は *Hoffetrigonia* と共に *Trigonioides* の仲間では擬主歯が最もよく発達している。しかしこれら以外の

亜属では，亜属または属の識別（所属）に問題がある種もあり，また1つの種の中での hinge の変化の幅もかなりある（TAMURA, 1970；YANG, 1978)。韓国の慶尚層群の洛東亜層群の Hasandong 層からは，*Trigonioides kodairai* と共に hinge から判断すると *Kumamotoa* にきわめて類似していると思われる種を産する(plate 1，第11，12図)。また上位の新羅亜層群の最上位の Jindong 層産の *T. paucisulcatus* は，*Trigonioides* s. str. に入れられているが，*Kumamotoa* の hinge にきわめて近い hinge を有する。このことは hinge による亜属の識別が困難であることを物語っており，亜属が多少つくられすぎであることによるかもしれない。検討を要する。

***Plicatounio* の系列**

Plicatounio は KOBAYASHI and SUZUKI (1936) により *naktongensis* をもとにしてつくられた。OTA (1963) は脇野層群の標本を主資料として *Plicatounio* のhinge と形態により，*Plicatounio* s. str. と *Kwanmonia* 亜属をつくったが，*Kwanmonia* は *Plicatounio* から除外されるべきと考える。KOBAYASHI (1968) も Trigonioididae の中の Pseudohyriinae に入れている。ところで *Plicatounio* では殻頂は一般に前方に位置し，したがって前側歯と後側歯とはある程度の角度をなすが，OTA (1963) が *Plicatounio* の hinge を模式的に画いた第1図（これが *Plicatounio* の hinge を図化したはじめてのもの）では両側歯はほとんど平行になっており，殻頂は中央に近く位置している。私は脇野層群中より Plate 2，第9，10図に示すようないくつかの標本を採集したが（同定はあとにゆづり，*Plicatounio*? sp としておく），これらには後側歯に crenulation がなく，OTA (1963) の *Plicatounio* s. str. の説明には crenulation がないこと，さらに OTA (1959) が脇野層群からの *Plicatounio* を記載した際 *naktongensis* としたPlate 3，第7図の標本は殻頂が中央近くに位置しこの種の貝と思われる。それ故太田が *Plicatounio* の hinge について誤解している可能性がある。さきにものべたごとく，これが *Plicatounio* の hinge を模式的に図化した最初のものであるため外国の研究者にも参照されているようで，このことは問題を残している。馬ほか (1976) によれば後方への plication の多い多背型と，少ない少背型の *Plica-*

Explanation of Plate 1

All specimens here illustrated are natural size, except for Figure 4 (x 1.5) and Figure 14 (x 1.4).

Trigonioides (*Wakinoa*) *tetoriensis* (MAEDA)
- Figs. 1-4. Collected by TAMURA from Kitadani formation, Akaiwa subgroup.
- Fig. 5. Described by MAEDA (1963) as T. kitadaniensis.
- Fig. 6. Described by MAEDA (1963) as T. tetoriensis (holotype).

Trigonioides (*Wakinoa*) *wakinoensis* (OTA)
- Fig. 7. Described by OTA (1959) in pl. 11, fig. 1.
- Fig. 8. Collected by TAMURA from Wakino subgroup.

Trigonioides (*Trigonioides*) *kodairai* KOBAYASHI and SUZUKI
- Figs. 9a, b. Showing external and internal characters of the same specimen; the species collected by TAMURA and figured by YANG (1974), pl. 55, fig. 4.
- Fig. 10. Right valve collected from Sumoondong by YANG and presented to TAMURA.

Trigonioides sp. (having hinge similar to *Kumamotoa*)
- Figs. 11, 12. Collected by TAMURA from sw of Jinju (Hasandong formation).

Trigonioides (*Kumamotoa*) *suzukii* OTA
- Figs. 13, 14. Figured by OTA (1959) in pl. 11. figs. 13 and 12.

Trigonioides (*Kumamotoa*) *mifunensis* TAMURA
- Figs. 15-18. Figured by TAMURA (1971).

Trigonioides (*T*). *paucisulcatus* SUZUKI
- Figs. 19, 20. Collected by TAMURA from Geoncheonri (Jindong formation, Silla subgroup).

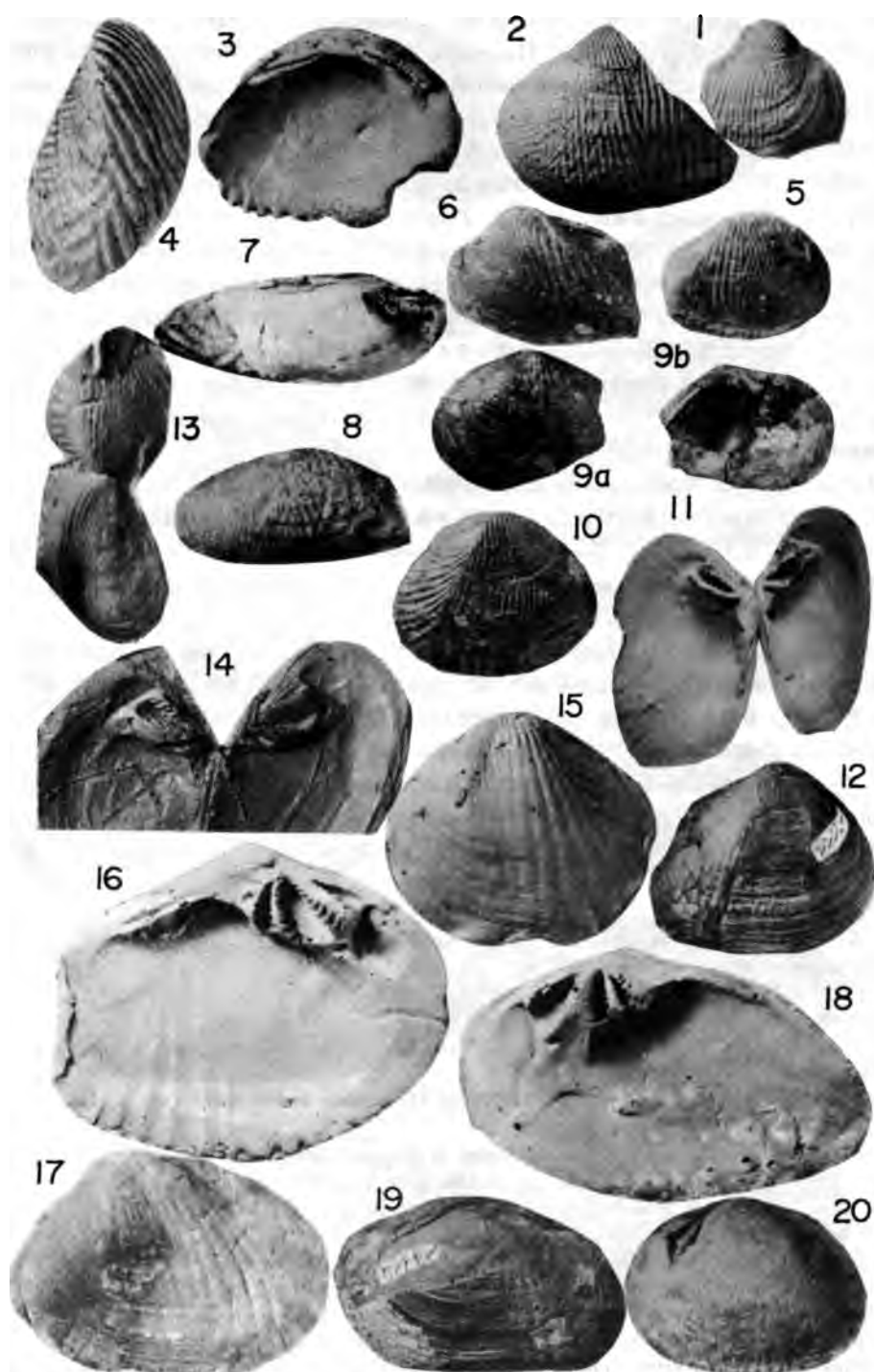



Plate 1

tounio を区別し，後者の時代が新しいとしている。これは既に多くの人が認めている傾向である。ただ *Trigonioides* のところでものべた韓国の Hasandong 層（*Plicatounio* の韓国での最下位産出層準）では *Plicatounio naktongensis* と *Plicatounio multiplicatus* が共産する(Plate 2 参照)。また *P. naktongensis* の内型には，表面に放射肋がはっきりしないのに，marginal crenulation があるので，multiplicate な肋が増える傾向はさらに検討すべきであろう。また韓国良甫里（Yangpori）の Hasandong 層中部より採集した *Plicatounio naktongensis*(Plate 2，第14図a）には，後方への plication 以外には放射肋はみえないが，よく似た赤岩亜層群北谷層から *Trigonioides*（*Wakinoa*）*tetoriensis* と共に私が採集した *Plicatounio*(Plate 2，第15図）には multiplicate な放射肋がある。MAEDA（1962）は北谷層からの *Plicatounio* に *kobayashii* および *tetoriensis* の名を与えているが，標本が不完全で検討を要するのではなかろうか。私が御船層群産の放射肋の多い *Plicatounio*(Plate 2，第8図）を記載した時 *Plicatounio multiplicatus*（かつては *naktongensis* の亜種と考えられた）とせず，*Plicatounio naktongensis* として記載したのは，このように *Plicatounio* については分類上の未解決の問題が残っていることを配慮したからである。しかしこの処置はすてておくと誤解を招くので，この論文では *multiplicatus* としておく。

Eomiodontinae の系列

第4図に示すように，Eomiodontinae に属する各属の hinge は同じ要素をもっている。日本の非海成層中には，このグループの二枚貝が多く，一般的な形態変化の傾向としては，明瞭かつ規則的な共心円肋が後部で不連続になり（第5図の *Eomiodon matsubasensis* の図参照），その不連続の肋の部分が刺になり，刺が放射肋に変化して，*Mifunea* や *Pseudasaphis* などの属を生んだのではないかと考えられる。これらの系統関係を第5図に示す。

Costocyrena は瀬林層から *C. radiatostriata* が記載されていたが，HAYAMI（1965）は八代層からのものを *matsumotoi* と命名した。しかし両種は同一ではないかと考えられるので，第2表ではそのように取扱った。田代・香西・岡村・甲藤（1980）は物部川上流部に分布する柚ノ木層下半部より *Costocyrena radiatostriata* の産出を報じ，同層上部に Neocomian 型のアンモナイトを産することを報じた。この事実から *Costocyrena radiatostriata* を産する瀬林層は Neocomian の可能性がでてきたが，八代層のものが *matsumotoi* でなくて *radiatostriata* なら，*radiatostriata* の range は Neocomian～Low. Albian で，瀬林層の時代は Neocomian には限定できない。*Costocyrena otsukai* では共心円肋の下側にのみ

Explanation of Plate 2

All specimens are natural size, except for Figs. 7-13 (x0.7).

Nippononaia tetoriensis MAEDA
Figs. 1-3. Figured by MAEDA (1962).

Nippononaia ryosekiana (SUZUKI)
Figs. 4-6. Figured by HAYAMI and ICHIKAWA (1965).

Plicatounio multiplicatus (SUZUKI)
Figs. 7, 8. Figured by TAMURA (1977) as *Plicatounio naktongensis* (see p. 115).

Plicatounio? sp.
Figs. 9, 10. Collected by TAMURA from Wakino subgroup; showing external (9) and internal (10) characters of the same specimen, in which position of umbo is near middle point of dorsal margin (see p. 115).

Plicatounio multiplicatus (SUZUKI)
Figs. 11, 12. Collected by TAMURA from sw of Jinju (Hasandong formation).
Fig. 15. Collected by TAMURA from Kitadani formation, Akaiwa subgroup.

Plicatounio naktongensis KOBAYASHI and SUZUKI
Fig. 13. Collected by TAMURA from sw of Jinju (Hasandong formation).
Figs. 14a, b. External (14a) and internal (14b) surface of the same specimen collected by TAMURA from Yangpori (Hasandong formation).

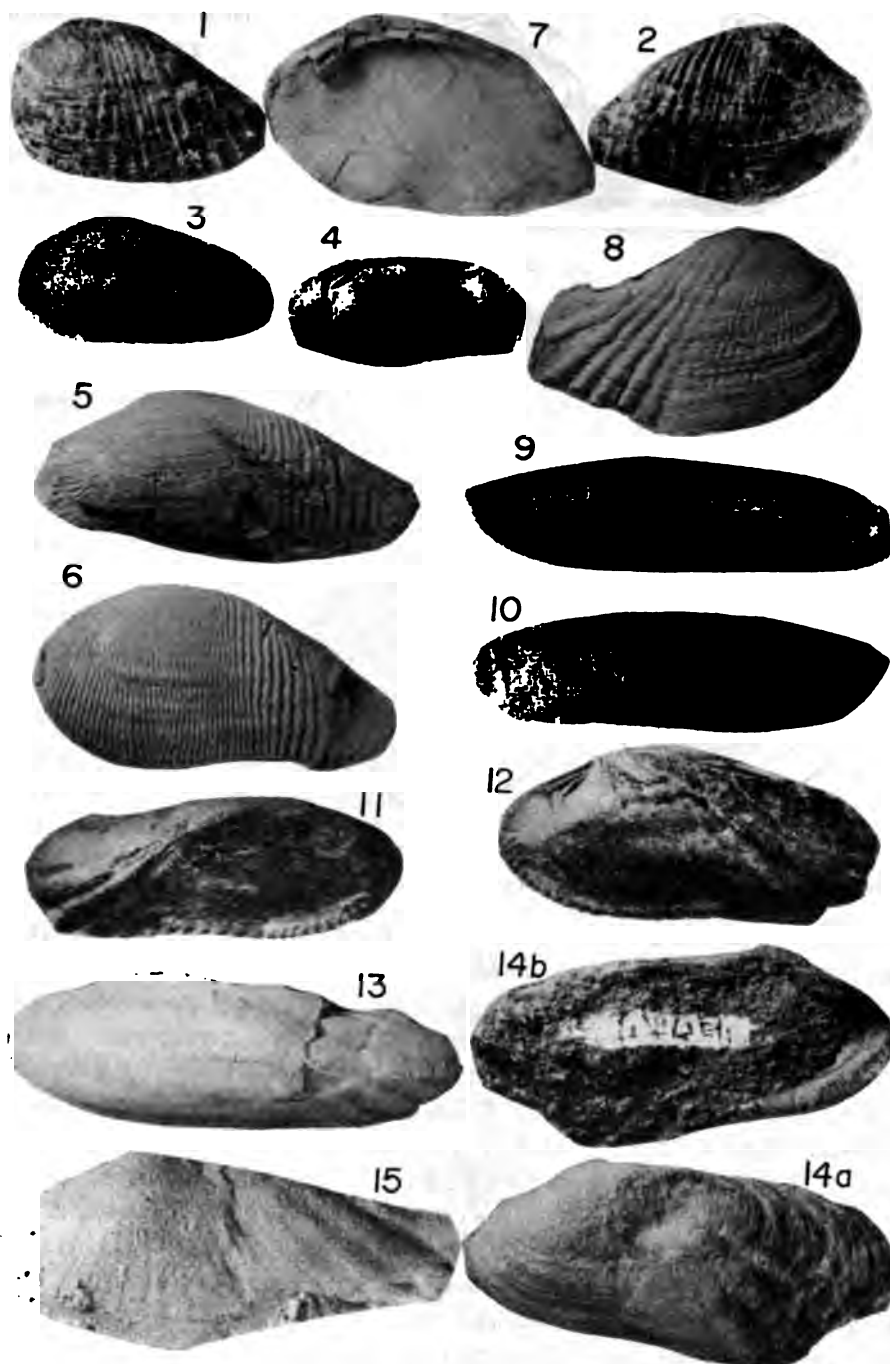



Plate 2

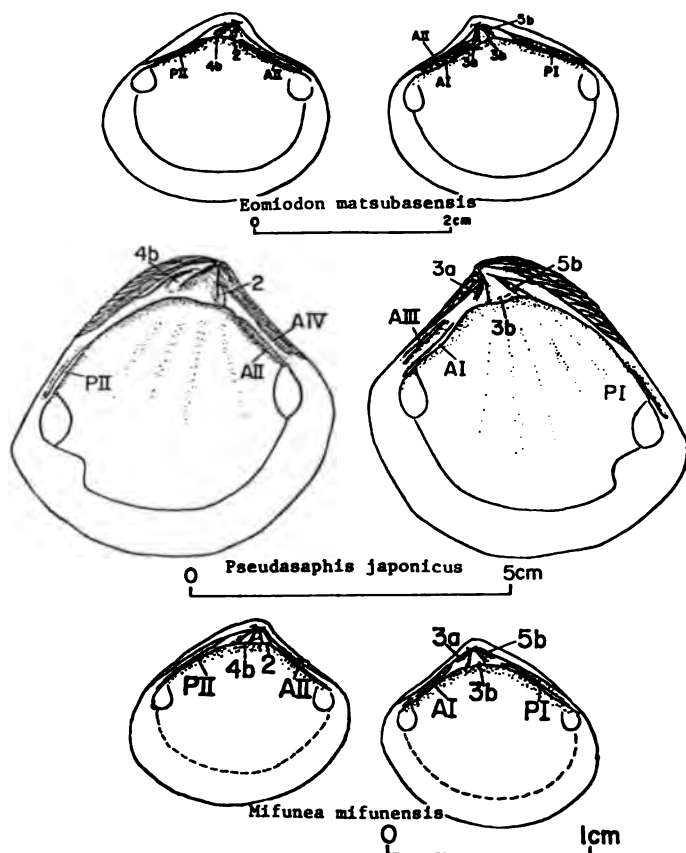



Fig. 4 Hinge structure of some species of Eomiodontinae

radial 方向の crenulation がある。また最近田代・香西・岡村・甲藤（1980）が日比原層からも小型の *Costocyrena* を報告しているが，従来のものにくらべて極度に小さく別種の可能性がある。

***Tetoria* の系列**

Tetoria は *Costocyrena* などと同じく海域に近い所に棲む非海生二枚貝で，八代層および同層に対比される地層のものはまだ記載されていない。中国（中国的鱂鯉類化石編写組編著，1976）でも *Tetoria* cf. *yokoyamai* KOBAYASHI & SUZUKI や，"*Corbicula* (*Mesocorbicula*)" *tetoriensis* KOBAYASHI & SUZUKI が上部ジュラ系から報告されているが，hinge がはっきりと示されていない。しかし今後手取（桑島等）のものと比較検討するに値する。Tetoria では主歯 2b はあとの時代の種程太いようで，主歯の2分（分岐）が 2b および 3b に及んでくる傾向がある（第6図）。*Tetoria* 属は放射溝があるグループとして KOBAYASHI & SUZUKI (1937) が認め，これのない *Paracorbicula* と区別したが，模式標本の *Tetoria yokoyamai*（第3図e）の放射溝は殻頂に収斂せず，本質的なものと認めがたい。それ故 *Paracorbicula* は使用しない。白亜紀非海生二枚貝に基づく日本と韓国との対比表を第2表に示す。この表では領石・川口・立川などはスペースの関係から1カ所に記した。それ故この場所に記した種が，上の三つの地層のどれからも産するわけではない。*Tetoria yoshimoensis* は *T. yokoyamai* に，また *Costocyrena matsumotoi* は *C. radiatostriata* と同種として取扱った。MAEDA (1963) により赤岩亜層群の北谷層からの *Trigonioides tetoriensis* と *T. kitadaniensis* は同一種であろうと思われる。前田の標本は保存が悪く，hinge はよくみえないが，私が同産地より採集した資料(plate 1 参照) より判断すると，*T. tetoriensis* は *Wakinoa* 亜属に属すると思われる。したがってここでは *T.*(*W.*) *tetoriensis* として取扱う。梁は，はじめ (1974) 標本をみることなしに，*T. tetoriensis* は *Kumamotoa* に属するとしたが，のちに (1976) 私が採取した標本は前田のものと異なり，*T.* (*T.*) *tetoriensis* と別の *Wakinoa tamurai* をつくり別種として取扱っている。OTA (1973, 1974, 1975) が記載した *Eomiodon*, *Costocyrena*, *Isodomella* および *Bakevelloides* については，その同定を私は完全には同意できない。

Fig. 5 Main lineage of Japanese Eomiodontinae

IV. 東及び東南アジアの非海生二枚貝フォーナとの対比

HOFFET (1937) はラオスのムオン・ファーレンより *Trigonioides kobayashii* および *Plicatounio suzukii* を含むフォーナを記載し，同層からの *Mandschurosaurus* の存在からその時代を白亜紀後期とした。KOBAYASHI (1963) はコラット高原の Ban Na Yo より *Trigonioides-Plicatounio-Nippononaia* などを記載し，その時代を Low. Cretaceous とし，HOFFET のフォーナが Up. Cretaceous だから非海生二枚貝化石層が2層準あるとした。またその論文で *Trigonioides*, *Plicatounio*, *Nippononaia* などの産出層準について総括的な仕事をしている。しかし標本の保存が悪く，hinge structure などもほとんど不明である。

次いで KOBAYASHI (1968) は同高原の Nam Phung Dam Site の Khorat Ser. の Phu Phan 層より *Plicatotrigonioides* (?) *subovalis*, *Pseudohyria* (?) sp, *Nippononaia carinata*, *N.* (*Mekongiconcha*) *robusta*, *N.* (*M.*) *subquadrata*, *Plicatounio namphungensis*, "*Unio*" *sampanoides* を記載し，東南アジアには *Mekongiconcha* と *Plicatotrigonioides* を含むフォーナと *Trigonioides* を含む Senonian のフォーナがあり，両者の新旧を決めるのは困難であるとした。またその論文で Trigonioidi-

Table 2 Correlation table of non-marine Cretaceous of Japan and Korea by means

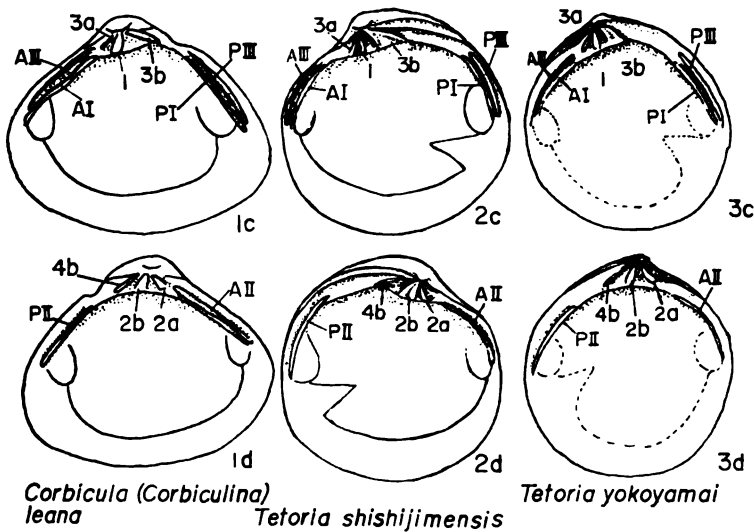
	Korea		Tetori		North Kyushu and West Chugoku	Middle
Gyeongsang Group	Silla Subgroup Jindong F. *Trigonioides* (*T.*) *paucisulcatus* *Siragimelania tateiwai* *Siragimelania tateiwai acuticostata*					Mifune Group (Lowor *Trigonioides mifunensis* *Plicatounio* *Siragimelania acuticostata*
	Nagdong Subgroup Hasandong F. *Trigonioides*(*T.*) *kodairai* *Trigonioides*(*W.*) cf. *tamurai* *Plicatounio naktongensis* *Plicatounio multiplicatus* *Nagdongia soni* *Brotiopsis wakinoensis*	Tetori Group	Akaiwa Subgroup Kitadani F. (Aketani F.) *Trigonioides* (*Wakinoa*) *tetoriensis* *Plicatounio multiplicatus* *Plicatounio kobayashii* *Plicatounio tetoriensis*		Wakino Subgroup *Trigonioides* (*Wakinoa*) *wakinoensis* *Trigonioides* (*Kumamotoa*) *suzukii* *Plicatounio naktongensis* *Brotiopsis wakinoensis*	
	Yeonhwadong F. *Koreanaia bongkyuni* *Trigonioides*(*W.*) cf. *wakinoensis* *Nipponoaia ryosekiana* *Nagdongia soni* *Pseudhyria matsumotoi*		Itoshiro Subgroup Izuki F. *Tetoria yokoyamai* *Myrene* (*Mesocorbicula*) *tetoriensis*	Kuwajima F. *Tetoria yokoyamai* *Myrene* (*Mesocorbicula*) *tetoriensis* *Nipponoaia tetoriensis*	Yoshimo Formation *Tetoria yokoyamai* (= *T. yoshimoensis*) *Bakevellia* (*Yoshimopsis*) *nagatoensis* *Isodonella matsumotoi* *Eomiodon hayamii* *Eomiodon nipponicus*	
	Myogog Formation *Koreanaia cheongi* *Nagdongia leei*		Kuzuryu Subgroup Ushimaru F. *Myrene* (*Mesocorbicula*) *tetoriensis*			

Fig. 6 Hinge structure of *Corbicula* (*Corbiculina*) *leana* (1a-1b), *Tetoria shishi-*
ment of the type species of *Tetoria yokoyamai* which shows radial fur-

dae を総括し，これが Unionacea より Trigoniacea に類似していることを再強調した。さらに KOBAYASHI (1979) は東および東南アジアの *Trigonioides* 動物群産出層を造構運動との関係から総括している。

云南からは KU (1962) が *Trigonioides yunnanensis* KU et MA, *T.* cf. *diversi-costatus* HOFFET,

of some selected molluscan species (After TAMURA, 1979 with some revision)

Kyushu	Outer zone of SW Japan	Kwanto Mts. (Sanchu)
F. of it yields Mid.-Up. (*Kumamotoa*) Cenomanian ammonite.)		
multiplicatus *tateiwai*		
Goshonoura Group (Up. Albian to Low. Cenomanian ammonites from Mid. F. of the Group.) *Trigonioides* (*Kumamotoa*) *mifunensis* and *matsumotoi* *Siragimelania matsumotoi*		
Yatsushiro Formation (Low. Albian ammonites from Mid. part of it.) *Costocyrena radiatostriata* (=*C. matsumotoi*) *Protocyprina* cfr. *naumanni*	Haidateyama F. (Aptian -Barremian ammonite from mid. part of it) *Protocyprina* cfr. *naumanni*	Sebayashi Formation *Nippononaia ryosekiana* *Costocyrena radiatostriata* *Protocyprina* cfr. *naumanni*
Ryoseki (Ryoseki, Kawaguchi and Tatsukawa) F. (Berriasian ammonite from a part of F.) *Tetoria yokoyamai* *Bakevellia* (*Y.*) *yoshimoensis* *Protocyprina naumanni* *Isodomella matsumotoi* *Eomiodon sakawanus* *Eomiodon matsumotoi* *Eomiodon nipponicus* *Costocyrena otsukai*		Shiroi F. *Bakevellia* (*Y.*) *shinanoensis* *Protocyprina naumanni* *Isodomella shiroiensis* *Costocyrena otsukai*

jimensis (2a-2b) and *Tetoria yokoyamai* (3a-3b). 3c shows surface ornarows. They, however,do not radiate from apex.

Plicatounio ex. gr. *suzukii* HOFFET などを江抵河組から報告していた。MA et al. (1976) は雲南の白亜系には下位より高峰寺組，普昌河組，馬頭山組及曼崗組の４層があり，KU (1962) の化石は普昌河組のものであることを明らかにし，上述の４層の各々の群集には特徴があるが，基本的には Trigonioides (s.s.) *sinensis-Plicatounio naktongensis* 化石群に属するとしている。馬頭山組の *Plicatounio* aff. *su-*

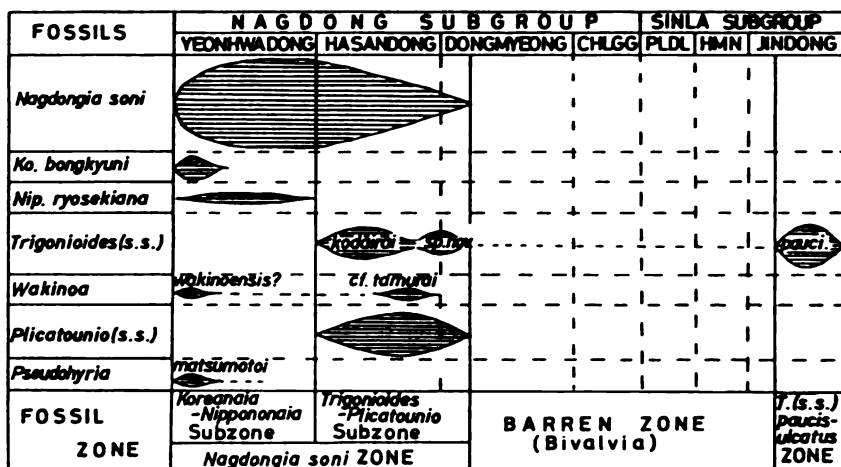



Fig. 7 Stratigraphic distribution of the bivalve species from the Gyeongsang Group, Korea (YANG, 1979)

zukii は多背型の *Plicatounio*で少背型の *Plicatounio naktongensis* よりあとの時代のものとするなら，また馬頭山組下に不整合（燕山旋廻第二幕運動）があることを考えあわせると，高峰寺組・普昌河組の時代は early Early Cretaceous で，馬頭山組の時代は late Early Cretaceous または mid～late Early Cretaceous とするのが適当で，Late Cretaceous ではないとしている。そしてラオスやタイから HOFFET (1937) や KOBAYASHI (1963, 1968) により記載された化石と普昌河組・馬頭山組の化石に共通種があることから，ラオスなどのものは Low. Cretaceous のもので，Late Cretaceous を導いた *Mandschurosaurus* は同定に問題があるとしている。*Nakamurania* は SUZUKI (1943)が韓国の資料に基づいて設定したもので，中国・韓国・日本 (MAEDA, 1962 が北谷層) より報告されているが，属の性質が必ずしも明らかにされていない。

中国での非海生二枚貝の分布を 第8図に示す。云南の江城一思茅地区の曼崗組 か ら は *Leptosolen* や *Brachidontes* 等の瀕海成層の化石を産し，介形類により非海成層（普昌河組）と対比されている。しかし白亜系を上統下統にわけているのは国際的な化石による対比とは思われない。それ故アンモナイトなどを産する海成層とさしちがえる日本の非海成白亜系の存在は重要である。なお韓国の非海生二枚貝化石群については梁 (1979) がまとめており，第7図に転載してあるが，日本との対比は第2表に示す。Nagdong 亜層群中の Yeonhwadong 層と Hasandong 層では，化石内容が異なるので時代が多少異なるのではないかと思われる。また Silla 亜層群の Jindong 層の *Trigonioides* (*T.*) *paucisulcatus* の hinge structure が *Kumamotoa* のそれに近いことと，御船層群のものと同じ *siragimelania* を産するので，同亜層群を第2表では御船層群に対比した。

V. 生存環境についての考察

かき化石の産出は，非海生二枚貝化石群の環境の指示者として重要である。この考えは第9図と第10図に示す熊本平野のシジミ類とかき化石を使っての汽水環境で確認された。脇野および赤岩（北谷層の）層の化石群は日本の最も内側に分布し，かきを産出せず，日本の外帯の非海成層産の化石よりは韓国を含む大陸部の非海生化石群の方に近い，とも考えられる。御船二枚貝化石群を取扱って TAMURA (1979) は日本の白亜紀二枚貝化石群の生物相をその産状と共に示した。これは多少の変更はあっても日本や韓国の非海生二枚貝にも拡張適用しうる。これを第3表に示す。

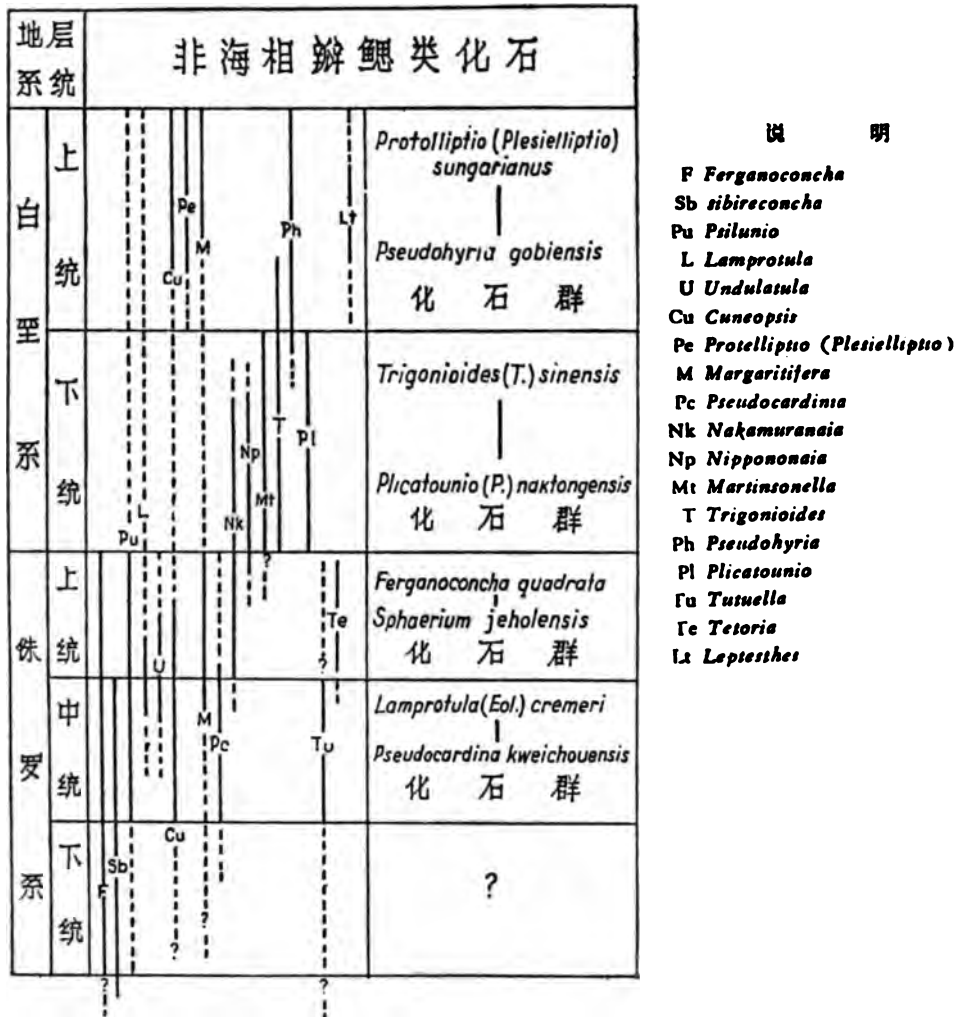



Fig. 8 Stratigraphic distribution and faunas of Jurassic and Cretaceous non-marine bivalves in China (From MA, et al, 1976)

VI. 日本の白亜紀非海生二枚貝化石群の要約

1) 領石二枚貝化石群は主として日本の外側に分布し，*Bakevellia*, ostreids, *Anomia*, "*Cardium*", *Eomiodon*, *Costocyrena*, *Protocyprina*, *Isodomella* および corbulids により特徴づけられる。領石層群の一部では Berriasian のアンモナイトを産する。甲藤・田代（1979）は最近 *Eomiodon* cf. *matsumotoi*, *Pulsides nagatoensis* および *Bakevelloides* (*Yoshimopsis*) *nagatoensis* を仏像線のすぐ南の四国・堂ヶ奈路層から報告した。これは領石フォーナの最南限である。吉母の化石群は領石のものとほとんど同じであるが桑島・伊月層の石徹白亜層群のものにも共通種を有する。桑島（または石徹白）二枚貝化石群は日本の内側の手取盆地に分布し，かきは産出するが，同時代の外側のものより，marine の要素が少ない。庄川流域の牛丸層は上部ジュラ系と考えられているが，伊月層より多産する *Myrene* (*Mesocorbicula*) *tetoriensis* を産する。ジュラ・白亜両系にまたがる非海生種は日本では本種のみである。また桑島

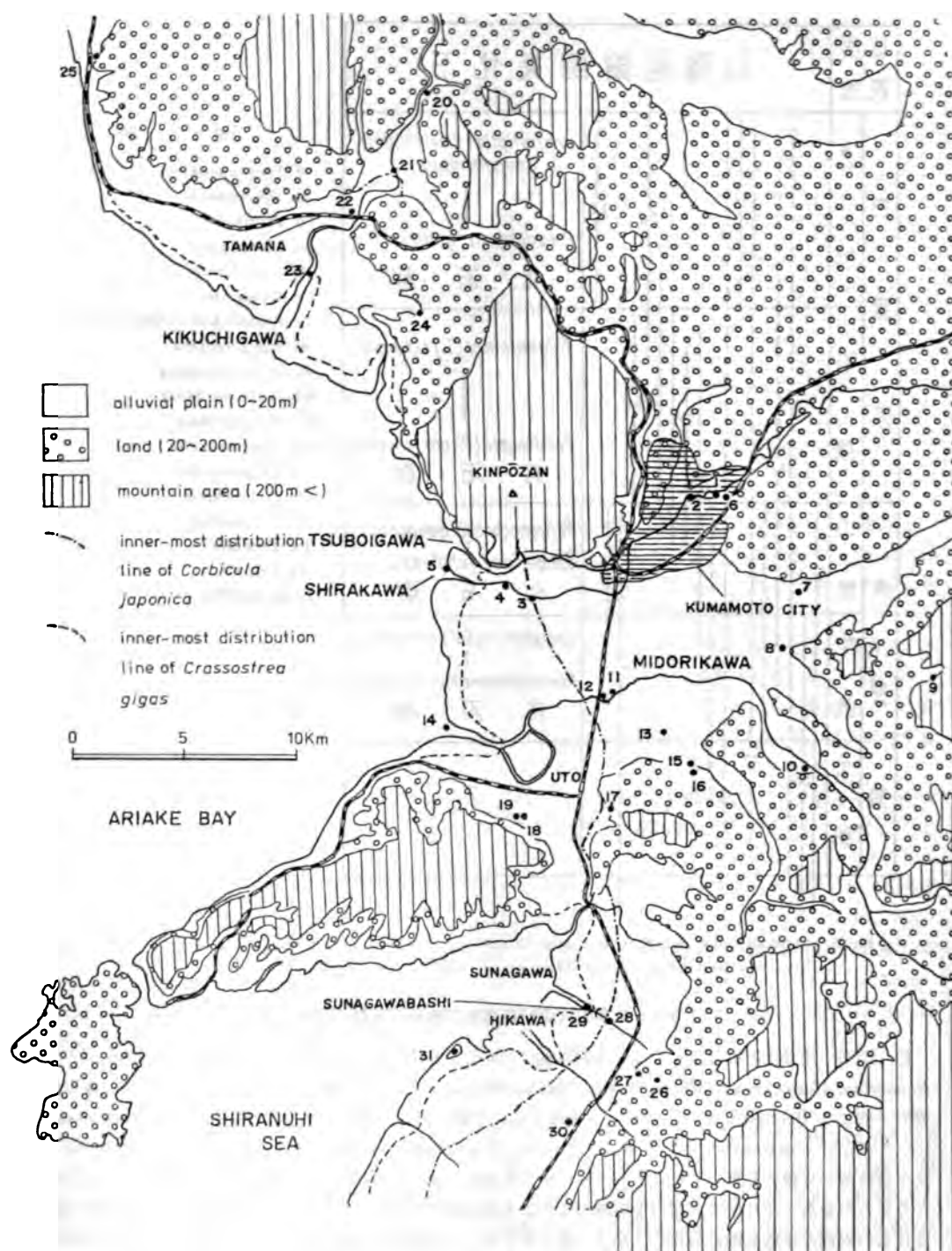



Fig. 9 Distribution of the brackish water environment in the Kumamoto alluvial plain by using *Corbicula* and *Crassostrea* 6–10, 15–20, 22, 24–27, 30 : Jōmon shell mound ; 1–3, 11–13 : Loc. of living *Corbicula leana* ; 4, 5, 14, 22, 23, 31 : Loc. of living *Corbicula japonica* (TAMURA, 1980)

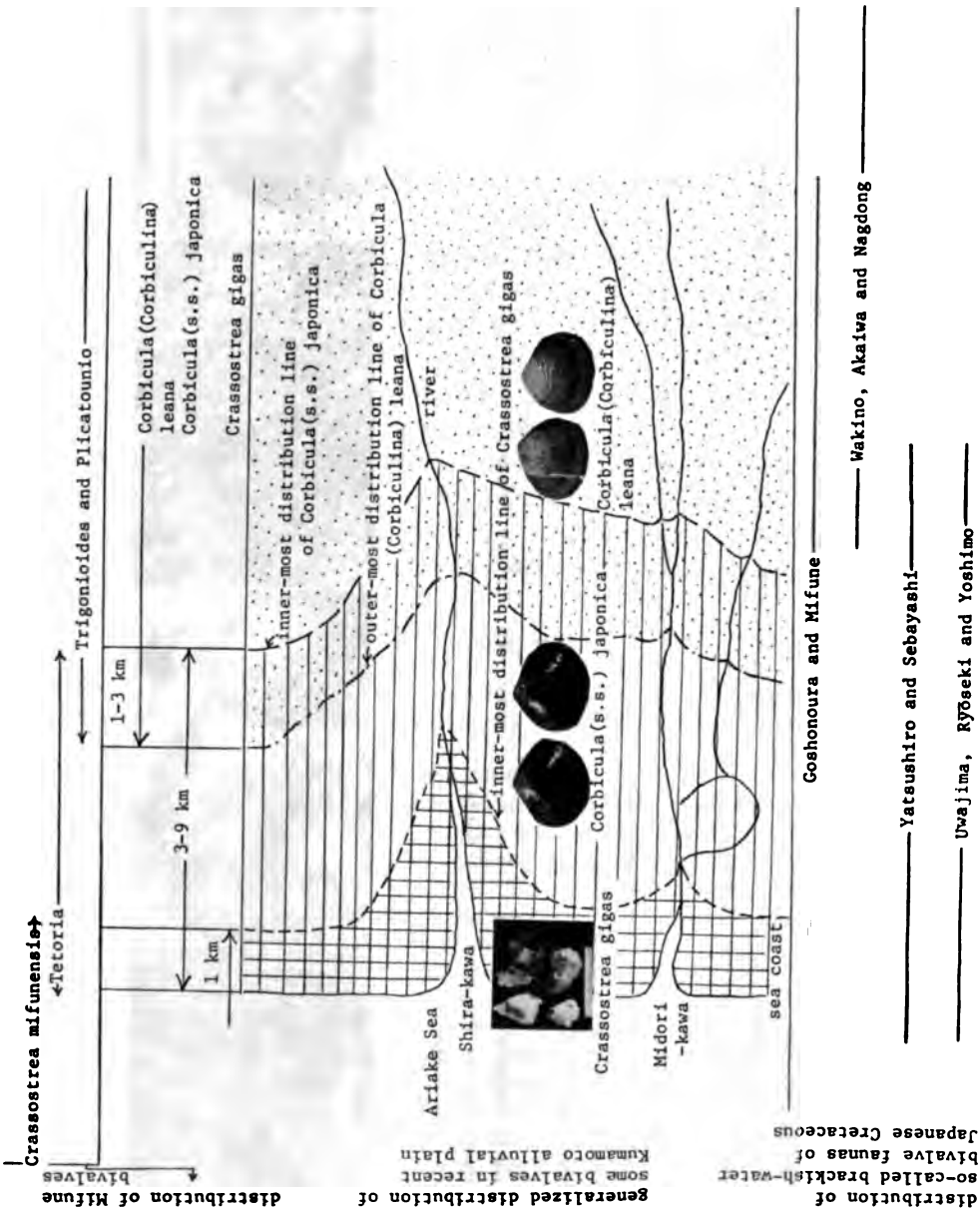
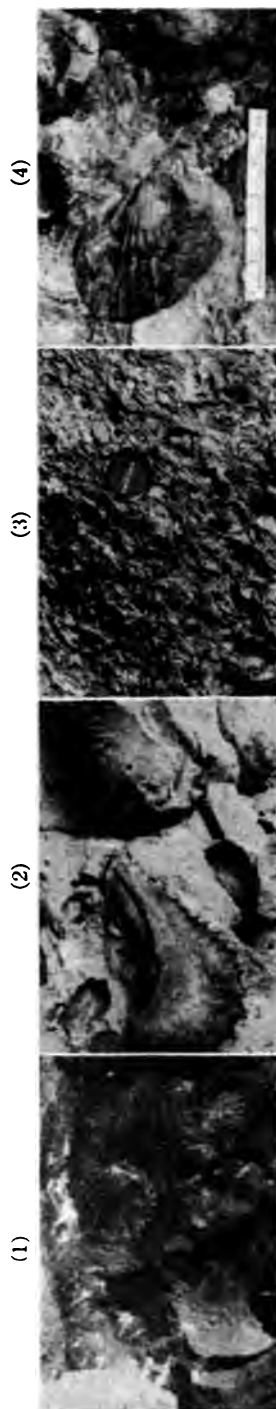



Fig. 10 Correlation of recent brackish water environment of Kumamoto alluvial plain with those of Cretaceous (Topography is partly modified.) (TAMURA, 1980)

Table 3 Biofacies of Japanese Cretaceous bivalve faunas

		Examples in Mifune (TAMURA, 1979)
(4) *Trigonioides-Plicatounio* assemblage e. g. Wakino, Akaiwa	"Fresh-water" fauna	*Trigonioides-Plicatounio* assemblage
Eomiodon-Tetoria assemblage e. g. Ryoseki, Shiroi, Yoshimo, Kawaguchi	"brackish-water" fauna	*Tetoria* assemblage
(2) "*Trigonia*" assemblage e.g. Ishido, Miyako, Yatsushiro, Miyanohara, Mikasa, marine part of Low. & Mid. Goshonoura	"Shallow marine in-shore" fauna	(3) *Crassostrea mifunensis* assemblage
(1) *Inoceramus-Parvamussium* **assemblage** e. g. Hinagu, Lower subgroup of Himenoura, Yezo group, etc	"Deep sea off-shore" fauna	

(1) (2) (3) (4)

互層より *Protocyprina naumanni* が報告されているが，これと同種と外観より判断される標本の hinge は *Protocyprina* のものと異なり，むしろ韓国より報告されている Nagdongia に近い。石徹白亜層群を含め，手取層群産の非海生二枚貝はなお検討を要する。東北地方の十三浜および大峯のフォーナは，領石のそれと構成が多少異なる。しかし前者の時代はHAYAMI (1960) によれば Purbeckian または Wealden で，後者は NAKAZAWA and MURATA (1960) によれば Neocomian とされている。

2) 脇野二枚貝化石群は北九州にのみ分布し，かきを欠く。*Trigonioides* (*Wakinoa*) および *Plicatounio* はこのフォーナの重要構成属である。*Tetoria* (中生代のシジミ類) はこのフォーナには産しない。この構成は赤岩（最下部ではかきのみを産する砂岩パッチがあるが）および洛東フォーナにみられる。これらのフォーナの時代は Up. Neocomian～Aptian であることが間接的資料から得られる。Aptian～Low Albian の瀬林および八代フォーナは日本の外帯に分布し，海生化石群をはさむ。*Nippononaia*, ostreids, *Costocyrena*, *Protocyprina*, *Tetoria*, corbulids, *Myopholas* がこれらフォーナの特徴属である。これらのフォーナは *Trigonioides* や *Plicatounio* を産しない。しかし *Nippononaia* は産出する。 *Nippononaia* は中国や韓国の慶尚層群下部および桑島互層からも産出しより生息環境が広いようである。

3) Up. Albian～Turonian の御所浦・御船の両フォーナは他の日本の非海生二枚貝化石群より構成種数が多い。それは海生二枚貝層と混ずる環境にあることによると考えられる。 2つのフォーナの非海生種は両者で共通種は多いが，分布が中部九州に限定されている。それらは *Trigonioides* (*Kumamotoa*), *Plicatounio*, ostreids, *Anomia*, *Eomiodon*, *Tetoria* および corbulids で，領石二枚貝フォーナに構成が類似している。それらは赤色岩層に近い層準から産する。巻貝の *Siragimelania* は韓国の Silla subgroup からの標本をもとにしてつくられた属であるが，御船層群の基底 および 上部より 産する (SUZUKI, 1940 ; TAMURA, 1979)。そして *Siragimelania* は御船層群基底部では *Trigonioides* (*Kumamotoa*) や *Plicatounio* とともに産する。

引用文献

AMANO, M. (1967) : On the new species of Corbiculidae from the Goshonoura group in Shishijima, Kyushu. *Mem. Fac. General Educ., Kumamoto Univ., Ser. Nat. Sci.*, No. 2, pp. 31-39.

中国的著瓣鰓類化石組編著 (1976) : 中国的瓣鰓類化石,

HASE, A. (1960) : The Late Mesozoic formations and their molluscan fossils in west Chugoku and north Kyushu. *Jour. Sci. Hiroshima Univ., Ser. C*, Vol. **3**, 2, pp. 281-342, pls. 31-39.

HAYAMI, I. (1960) : Pelecypods of Jusanhama group (Purbeckian or Wealden) in Hashiura area, northeast Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, Vol. **31**, 1, pp. 13-22, pl. 3.

——(1965) : Lower Cretaceous marine pelecypods of Japan, part II. *Mem. Fac. Sci Kyushu Univ., Ser. D*, Vol. **17**, 2, pp. 73-150, pls. 7-21.

——(1975) : A systematic survey of the Mesozoic bivalvia from Japan. *Univ. Mus., Univ. Tokyo, Bull.* No. 10, 249pp., 3figs., 10 plates.

——and ICHIKAWA, T. (1965) : Occurrence of *Nippononaia ryosekiana* from the Sanchu area, *Japan. Trans. Proc. Pal. Scoc.*, new ser., No. 60, pp. 145-155, pl. 17.

——and NAKAI, I. (1965) : On a Lower Cretaceous pelecypod "*Cyrena naumanni*", from Japan. Ibid., no. 59, pp. 114-125, pls. 13, 14.

甲藤次郎・田代正之 (1979) : 四万十帯の軟体動物ファウナの再検討，第1報，高知県須崎附付の堂ケ奈路層の二枚貝ファウナについて，高知大学術報告，27号，143-150.

KOBAYASHI, T. (1956) : On the dentition of *Trigonioides* and its relation to similar pelecypod genera. Japan. *Jour. Geol. Geogr.*, Vol. **27**, 1, pp. 79-92, pl. 5.

——and SUZUKI, K. (1936) : Non-marine shells of the Naktong-Wakino series. Ibid., Vol. **13**, 3-4, pp. 234-257, pls. 27-29.

——and——(1937) : Non-marine shells of the Jurassic Tetori series in Japan. Ibid., Vol.**14**, 1-2, pp. 33-51, pls. 4, 5.

——and——(1939) : The brackish Wealden fauna of the Yoshimo beds in Prov. Nagato, Japan. Ibid., Vol. **16**, 3-4, pp. 213-224, pls.13, 14.

——(1963) : On the Cretaceous Ban Na Yo fauna of East Thailand with a Note on the Distribution of *Nippononaia*, *Trigonioides* and *Plicatounio*. Japan. *Jour. Geol. Geogr.*, Vol. **34**, 1, pp. 35-43, pl. 3.

——(1968) : The Cretaceous Non-marine Pelecypods from the Nam Phung Dam Site in the Northeastern Part of the Khorat Plateau, Thailand with a Note on the Trigonioididae. *Geol. Palaeont. SE Asia*, Vol. **4**, pp. 109-138, pl. 20-23.

——(1979) : The *Trigonioides* Basins and the Cretaceous Palaeogeography of East and Southeast Asia. *Proc. Japan Acad.*, Vol. **55**, Ser.B, 1, pp. 1-5.

KU, C. W. (1962) : Note on the occurrence of some late Cretaceous fresh-water Lamellibranches in the Chusiung District of Central Yunnan with a brief review of the continental Cretaceous of Yunnan. *Acta Pal. Sinica*, Vol. **10**, 3.

顧 鴻他 (1976)：云南中生代瓣鰓類化石，上冊，科学出版社.

MAEDA, S. (1959) : On two species of *Polymesoda* from the Tetori group in the Hida mountains, Central Japan. *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan*, new ser. 36, pp. 157-160, pl. 17.

——(1962a) : Some Lower Cretaceous pelecypods from the Akaiwa subgroup, the division of the Tetori group in central Japan. Ibid., 48, pp. 343-351, pl. 53.

——(1962b) : On the occurrence of *Nippononaia* in the Late Mesozoic Tetori group. Ibid., 46, pp. 243-248, pl. 38.

——(1963) : *Trigonioides* from the Late Mesozoic Tetori group, central Japan. Ibid., 51, pp. 79-85, pl. 12.

松川正樹 (1977)：山中“地溝帯”東域白亜系の地質，地質雑，**83**巻２号，115-126.

MATSUMOTO, T. (1938) : Preliminary notes on some of the more important fossils among the Gosyonoura fauna (Contribution to the Cretaceous palaeontology of Japan-III). Ibid., Vol. **45**, 532, pp. 13-26, pls. 1, 2.

——(Ed.) (1954) : The Cretaceous system of Japanese Islands. 324 pp. 20pls. Japan. Soc. Prom. Sci. Res., Tokyo.

——(1960) : *Graysonites* (Cretaceous Ammonites) from Kyushu. *Mem. Fac. Sci., Kyushu Univ.*, ser. D, Vol. **10**. 1, pp. 41-58, pls. 6-8.

——(1977) : Zonal correlation of the Upper Cretaceous in Japan. *Pal. Soc. Japan*, Spe. Papers, No. 21, pp. 63-74.

——and TASHIRO, M. (1975) : A record of *Mortoniceras* (Cretaceous ammonite) from Goshonoura island, Kyushu. *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan, New Ser.*, No. 100, pp. 230-238, pl. 25.

——, KANMERA, K. and OTA, Y. (1980) : Cephalopod Faunule from the Cretaceous Yatsushiro Formation (Kyushu) and its Implications. *Trans. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., No. 118, pp. 325-338, pl. 37.

NAKAZAWA, K. and MURATA, M. (1966) : On the Lower Cretaceous fossils found near the Omine mine, Iwate Prefecture, Notheast Japan. *Mem. Coll. Sci., Univ. Kyoto*, ser. B, Vol. **32**, 4, Geol. and Mineral., Art 4, pp. 303-333.

中居 功 (1968)：徳島県勝浦川盆地の白亜系層序—とくにアンモナイトに基づく時代論—，地質雑，**74**巻，５号，279-293.

NAKAI, I. and MATSUMOTO, T. (1968) : On some ammonites from the Cretaceous Fujikawa formation of Shikoku. *Jour. Sci. Hiroshima Univ. Geology*, 6, pp.1-15, pls. 1-3.

NODA, M. (1972) : Ammonites from the Mesozoic Yamabu formation, Kyushu. *Tans. Proc. Palaeontol. Soc. Janpan, New Ser.*, No. 88, pp. 462-471, pl. 56.

——(1977) : A brief note on *Ancyloceras* from the Haidateyama formation, Kyushu. Ibid., No. 104, pp. 418, 423, pl. 44.

小畠郁生・小川芳男 (1976)：白亜系有田層の化石層序，*Bull. National Sci. Mus., Ser C*, Vol. **2**, 2.

OBATA, I. and others (1976) : Geological age of the Cretaceous Ishido formation, Japan. Ibid.,

Vol. **2**, 3, pp. 121-138, pls. 1, 2.

OTA (OHTA), Y. (1959a) : *Plicatounio* of the Wakino formation. *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan*, N. S., No. 34, pp. 15-18, pl. 3.

——(1959b) : *Trigonioides* and its classification. Ibid., No. 34, pp. 97-104, pl. 10.

——(1959c) : On the "*Nippononaia*" from the Lower Cretaceous Wakino formation, north Kyushu, Japan. Ibid., No. 34, pp.105-110, pl. 11.

——(1963) : Notes on relationship of *Trigonioides* and *Plicatounio*, non-marine Mesozoic bivalvia from eastern Asia. *Geol. Rep. Hiroshima Univ.*, No. 12, pp. 503-512.

——(1964) : On some Cretaceous corbulids from Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, Ser. D, Vol. **15**, 1, pp. 149-161, pls. 20, 21.

——(1965) : On the Corbiculidae from the lower Neocomian of Japan. *Geol. Rep. Hiroshima Univ.*, No. 14, pp. 165-171, pls. 12, 13.

——(1973) : Pelecypod family Neomiodontidae from the Lower Neocomian of Japan. *Bull. Fukuoka Univ. Educ.*, Vol. **22**, pt. 3, pp. 245-273, pls. 1-4 incl.

太田喜久 (1974a) : Trigonioides について，福岡教育大紀要，24号，第３分冊，p. 79-98.

——(1974b) : A new bakevellids(Bivalvia) from the Lower Cretaceous of southwest Japan. Ibid., Vol. **23**, Pt. 3, pp. 79-89 (pl. 1 incl.).

——(1975) : Two new non-marine species of Bivalvia from the Lower Cretaceous of Southwest Japan. *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan, N. S.*, No. 98, pp. 95-104, pl. 9.

SATO, T. (1961) : Faune Berriasienne et Tithonique Superieure Nouvellement Découverte au Japon. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, Vol. **32**, 3-4, pp. 543-551, pl. 13.

SUZUKI, K. (1940) : Non-marine molluscan faunule of the Siragi series in south Tyosen. Ibid., Vol. **17**, 3-4, pp. 215-231, pls 22-24.

——(1941) : A new naiad, *Unio* (*Nippononaia*) *ryosekiana*, n. subgen. and n. sp. from the Lower Cretaceous of Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, Vol. **48**, 575, pp. 410-413.

——(1943) : Restudy on the non-marine molluscan fauna of the Rakuto series in Keisyo-do, Tyosen. *Jour. Shigenkagaku Kenkyusho*, Vol. **1**, No. 2, pp. 189-219, pls. 14-19.

——(1949) : Development of the fossil non-marine molluscan faunas in eastern Asia. Japan. *Jour. Geol. Geogr.*, Vol. **21**, Nos. 1-4, pp. 91-133.

田村　実 (1960) : 鳥巣層群及び類似層の層位学的研究，熊大教育紀要，８号（特別号），40p.

TAMURA, M. (1970) : The hinge structure of *Trigonioides*, with description of *Trigonioides mifunensis*, *sp.* nov. from Upper Cretaceous Mifune group, Kumamoto Pref., Japan. *Mem. Fac. Educ., Kumamoto Univ.*, No. 18, Sec. 1, pp. 101-104, pl. 1.

——(1975) : New occurrence of *Trigonioides* (*Kumamotoa*) *mifunensis* TAMURA and a note on *Pterotrigonia sakakurai* (YEHARA) from Goshonoura island, Kumamoto Prefecture, Japan. Ibid., No. 24, pp. 53-58, pls. 1, 2.

——(1976) : Cenomanian bivalves from the Mifune group, Japan, Part 1. Ibid., No. 25, pp. 45-59, pls. 1-3.

——(1977) : Cenomanian bivalves from the Mifune group, Japan, Part 2. Ibid., No. 26, 107-144, pls. 1-13.

——(1979a) : Cenomanian bivalves from the Mifune group, Japan, Part 3. Ibid., No. 28. pp. pls. 1-3.

田村　実 (1979b) : 日本の白亜紀淡水-汽水成層産の二枚貝フオーナの時代と生息環境，化石29号.

TAMURA, M. (1980) : A Summary of the Cretaceous Bivalves of Fresh and Brackish Waters 59-74, in Japan. *Jour. Geol. Soc. Korea*, Vol. 16, 4, pp. 223-238.

——and MATSUMURA, M. (1976) : On the age of the Mifune group, Central Kyushu, Japan, with a description of ammonite from the group by T. MATSUMOTO. *Mem. Fac. Educ., Kumamoto Univ.*, No. 23, Sec. 1, pp. 47-56, pl. 1.

田代正之・香西　茂・岡村　真・甲藤次郎 (1980) : 高知県物部村地域の下部白亜系の生層位学的研究―甲藤次郎教授還暦記念論文集―林野弘済会高知支部.

YABE, H., NAGAO T. and SHIMIZU, S. (1926) : Cretaceous mollusca from the Sanchu graben in the Kwanto mountainland, Japan. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, second Ser., Vol. **9**,

2, pp. 33-76, pls 12-15.
YANG, S. Y. (1974) : Note on the Genus *Trigonioides* (Bivalvia). *Trans. Proc. Pal. Soc. Japan, N. S.*, No. 395-408, pls 1, 2.
——(1975) : On a new non-marine pelecypod genus from the upper Mesozoic Gyeongsang group of Korea. Ibid., No. 100, pp. 177-187, pls. 16, 17.
——(1976a) : On the non-marine molluscan fauna from the upper Mesozoic Myogog formation, Korea. Ibid., No. 102, pp. 317-333, pls. 33, 34.
——(1976b) : On fossils from the Gyeongsang group, especially on some of the molluscan fauna.
——(1978) : Ontogenetic Variation of *Trigonioides* (s. s.) *paucisulcatus* (Cretaceous non-marine Bivalvia). *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.*, No. 111, pp.333-347, pls. 45, 46.
——(1979a) : Some new bivalve species from the Lower Gyeongsang group, Korea. Ibid., No. 116, pp. 223-234, pls. 27, 28.
梁 承栄 (1979b) : 非海成一汽水成層産化石と国際対比一韓国慶尚層群産二枚貝類を中心として，化石29号.

(1981年5月15日受理)

地学雑誌 90, 6 (1981)

東部瀬戸内堆積区の形成と淡路島の隆起

岡　義　記* 寒　川　旭**

The Formation of the Sedimentary Basin in the East of Inland Sea and the Uplift of the Awaji Island, Japan

Yoshiki OKA and Akira SANGAWA

Abstract

Geographic Outline AWaji Island lies from NE to SW, dividing the east Inland Sea. The central range running in same direction continues to the Rokko mountains which are thought to have been elevated by crustal movement in Pleistocene (Rokko Movement). In the southern part of this island is the Yuzuruha mountains of Cretaceus sedimentary rocks which are a part of the series of mountain ranges on the north of Median Tectonic Line (MTL). In the plains of this island are seen hills of Pliocene deposits (the Awaji group) elevated from below the bottom of the Inland Sea.

Purpose of Study The authors intended in this study to make clear the process of the formation of the east Inland Sea and Awaji Island. In order, they carried out the investigation on following points:

1. Relation between the Miocene deposits and the age of the formation of the erosion surface on the mountains in the north.
2. Sedimentary process of the Awaji group.
3. Faults and deformation of the Awaji group.

Result of study The results obtained are as follows:

1. The morphology of the basement rocks (granitic rocks) in the north had been already gentle and undulating before the Kobe group deposited, caused by the Miocene transgression. The thickness of it reached a few hundreds meter in the north, but after regression the Kobe group was erosed down to basement. The mountains in the north were flattened again in this age.
2. In Pliocene time, the area of the east Inland Sea depressed and deposited the Awaji group of gravel, sand, lacustrine silt and clay. In early stage, the lake began to be supplied with sand, and gravel from the area to the north of the island. In last stage, rivers originated to the south of MTL carried gravel (Goshiki-hama gravel) over MTL. to the lake.
3. Goshikihama gravel is supposed to be contemporaneous with the Uchihata gravel, which is the lowest of the Osaka group (Yoshiki OKA 1978). The lower part of the Awaji group is suggested to be older than the Osaka group.

* 大阪府科学教育センター Institute of Science and Education of Osaka
** 工業技術院地質調査所 Geological Survey of Japan

4. The thickness of the Awaji group reaches 800 meter in the north and 300 meter or more in the middle part of the island. It indicates the depression of the Inland sea in Pliocene time.

5. The fault movement in this island took place after the sedimentation of the Awaji group. Reverse and transcurrent faults by E-W compression have been discriminative since the middle of Pleistocene age.

6. The faults can be divided, by strike, into three types, as follows:

Type I (N60°E) The faults of this type caused the uplift of the Yuzuruha mountains in the south.

Type II (N-S～NE-SW) This type of faults caused the uplift of the central range of the island.

Type III (N20°W) This type of faults are active reverse faults cut through the main range of the island.

緒　言

近畿地方の中央部には，E-W 方向，NE-SW 方向および N-S 方向の構造が複雑に交叉しており，これらの構造の発達に関連して盆地群が形成されている。山地には，侵食小起伏面が発達していて，中新統および鮮新統は侵食小起伏面上にも見られ，盆地の形成には複雑な過程が予想される。これらの新生界の堆積の過程を通して，侵食小起伏面の形成期および盆地の形成に関与した構造の発達過程を求明することをこの研究の目的としている。今回は，その一貫として淡路島を調査地域に選んだ。その理由は，この地域に侵食小起伏面，中新統，鮮新・更新統が近接して分布し，中新世以後の構造の発達を研究する上で好条件を備えていることによる。

以上のような目的をもって，筆者らは1977年の12月から調査を始めた。途中，1978年および1979年の同秋期学術大会において，それぞれこの研究の一部を発表した（岡　義記・寒川　旭 1978，寒川　旭・岡　義記　1979）。この研究発表に，更に補足的調査を追加して，この稿をまとめた。

I. 研究の目的と方法

淡路島の基盤山地は，六甲山系の一部に属する NE-SW 方向の脊梁部の山地（以下脊梁山地と呼ぶ）と南部の和泉層群の山地から成る。脊梁山地は，主として領家岩類から成るが，南端の一部は和泉層群から成る。南部の論鶴羽山地は，和泉山脈・讃岐山脈に続く中央構造線北辺の山系の一部を構成している。脊梁部山頂には，中国山地の侵食面を思わせるような小起伏面がみられ，その周辺には中新統の神戸層群も分布している。鮮新統はほぼ全域的に分布し，東瀬戸内海の形成初期の古環境を知る手掛りとなっている。以上のような地域的な条件により，次のような点に着目して，現地調査を主体に本研究を行った。

(1) 基盤の侵食平坦面の形成期と中新統との関係

(2) 層相および礫種構成による鮮新統の区分と古環境の復元

(3) 鮮新統の構造と断層の様式

以上のような調査目的をもって，空中写真判読および現地調査を行い，この研究を進めた。

II. 地形・地質の概観

第1図に，淡路島の地質と地形の概略を示した。地形は，その特徴から，北部・中部・南部の三つの地形区に分けて記載することができる。

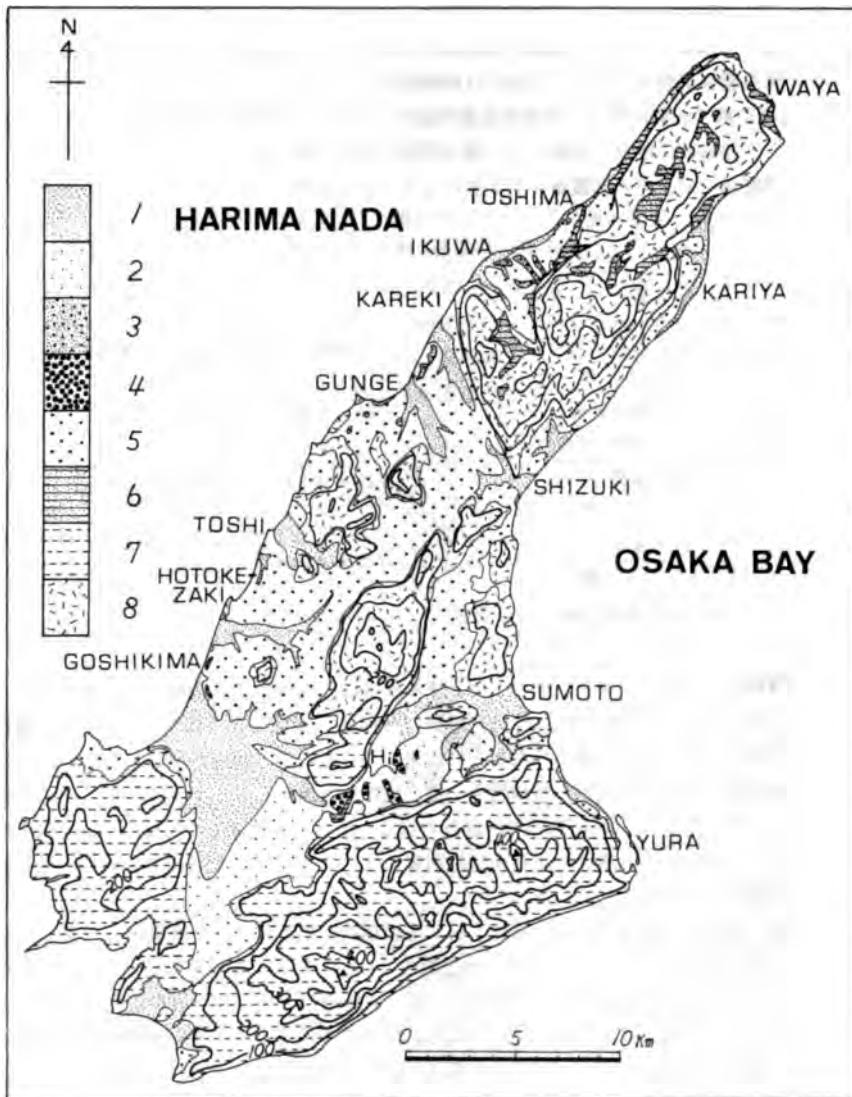
北部は，枯木―志筑（しづき）以北の地域で，主として花崗岩類の山地から成り，周囲は急斜面をもつ断層崖によ

第1図　淡路島の地質と切峯面
1. 沖積層・低位段丘堆積物　2. 扇状地堆積物　3. 段丘堆積物　4. 広田層
5. 淡路層群　6. 神戸層群　7. 和泉層群　8. 領家岩類

Fig. 1 The geology and the summit level of Awaji Island.
1. Alluvial deposits & lower terrace deposits　2. Deposits of alluvial fan
3. Terrace deposits　4. Hirota formation　5. Awaji group　6. Kobe group
7. Izumi group　8. granitic rocks

って限られていて，海岸平野は狭い。山頂部は，海抜200～300m であるが，定高性のある尾根群や残丘状の起伏が残っている。このような山頂部のなだらかな地形のうち，尾根に定高性のある部分を総称して，侵食小起伏面と呼ぶことにする。

中部は，諭鶴羽山地以北，枯木—志筑以南の地域で，海抜高度100m 以下の鮮新統の丘陵が広く分布する。脊梁部を構成する基盤の高度は，300m～450m で，山頂部には北部のような侵食平坦面は認められない。脊梁部以外にも基盤岩類は分布し，それらは鮮新統の inlier として島状に分散している。

南部は，中央構造線の北側に発達する和泉層群の礫岩・砂岩・粘板岩より成る山地・丘陵から構成されている。このうち，諭鶴羽山地は，本島では，最も高度は大きく峻しい。

筆者らは，淡路島の新生界の被覆層を第1表のようにまとめた。

第1表　淡路島の新生界と地形

時代	地層	地形
更新世末期	段丘・扇状地堆積物	淡路層群の丘陵を開析して発達する
	不整合	
更新世中後期	広田層（新称）	丘陵の陵線部を形成する
	傾斜不整合	
鮮新世	淡路層群（新称）	海抜高度100m 以下の丘陵を形成している
	不整合	
中新世	神戸層群	山地の一部を形成しているか，山麓下で丘陵状の地形を呈する
	不整合	
	基盤岩類（領家岩類・和泉層群）	山地地形

淡路島の神戸層群は，粘土，シルト，砂を主体とする浅海性の堆積物で，*Ostrea* を多量に産する。層厚は本島で300m に達することが予測される。神戸層群の名称は，鹿間時夫（1938）が，六甲山地西南の白川峠付近一帯に分布する第三紀層に命名したことに由来する。その後，調査が進むにしたがい，六甲山北方の三田盆地，淡路島に分布する同様の堆積物も一連の堆積物と考えられるようになり，その名称は拡大されて使用されるようになった。淡路島の神戸層群の詳しい層序や他地域との対比については不明の点が多いが，藤田和夫ら（1961）の兵庫県地質鉱産図説明書には，淡路島の中新統は神戸層群の最下部にあたるとされ，岩屋累層として一括されている。

淡路層群は，神戸層群を不整合に被い，段丘・扇状地堆積物に被われている堆積物で，粘土・シルト・砂・礫から成り，海成層は発見されていない。池辺展生（1959）によって淡路累層と呼ばれたものと同一のものである。これをあえて淡路層群と呼ぶ理由は，1）大阪層群とその相当層の研究が進み，大阪層群の累層に対する概念が，当時とは変ってきていること，2）後述するように，淡路層群は大阪層群に匹敵するぐらいの厚さを持ち，その一部は大阪層群より更に下位の 堆積物を含むことが予想されることによる。

広田層・段丘礫・扇状地礫層は，後背山地に由来する角礫層を含む堆積物である。このような堆積物のうち，地形面を残さず，周辺の段丘面や扇状地面より高い尾根を形成している堆積物を広田層として，淡路層群と区別した。

III. 脊梁山地の侵食小起伏面と新生界

淡路島の侵食小起伏面は，北部に発達し，育和，仮屋を結ぶ線以北では，海抜200m 付近に全域的に発達している。南側では高度を増し，淡路ゴルフ場付近（300～330m），摩耶付近（310～340m）にも同様の地形を認めることができる。これらの侵食小起伏面は，完全には平坦化を受けておらず，妙見山（522m），摩耶山（359.8m）などの残丘状地形を残す。概して南に行くほど残丘状地形の起伏は大きくなる。

これに対して，淡路島中部では，脊梁部山頂においても侵食小起伏面の存在を認めることはできない。脊梁部以外の地域に露出する領家岩類の地形も海抜高度250～150m 以下で，淡路層群の中に島状に不規則

に分布している。枯木一志筑を結ぶ線に沿う比高200～300m の断層崖* が，脊梁部を分断して，中部に面している。この断層崖の比高から推定される垂直変位量を元の状態にもどしてみると，北部の侵食小起伏面の延長は中部の谷地形の中に入る。基盤の断層地形は　後記するように，淡路層群堆積後に形成されたものであるから，これらの断層が活動する以前の領家岩類の地形は，北部では起伏は小さく，平坦化作用はかなり進んでいたが，中部では北部よりは起伏に富んでおり，200～300m の起伏があった。

次に，神戸層群と基盤岩類との関係をみよう。

神戸層群の厚さは，六甲山周辺で積算550m に達すると言われる（藤田和夫・笠間太郎 1971）。淡路島では，確かな層序が組み立てられていないが，仮屋北方の小田，富島南方の浅野付近の山麓で急傾斜している状態から200m 以上の厚さが予想される。神戸層群の大部分はすでに削り取られていて，第2図に示されているように，部分的に分布しているが，中・南部ではほとんど分布していない。侵食小起伏面の部分では，尾根の一部を構成し小起伏の一部をなしている部分もあるが，大部分は，基盤の凹所に分布することが多い。これは，神戸層群の方が領家岩類よりも侵食を受けやすいので，凹所に残りやすいことによる。

第3図は淡路島北部の地形・地質断面である。この図を見てもわかるように，神戸層群の基底の地形の起伏はなだらかである。最大160m の起伏量が認められる。今かりに，北部山頂部付近の神戸層群を剝ぎ取ってみても，領家岩類の地形のあらましはほとんど変らない。つまり，神戸層群がつくる尾根地形を含めた北部の侵食小起伏面の地形に，ほぼ類似したなだらかな地形が，神戸層群の堆積前にすでに形成されていたと考えてよい。

次に，神戸層群の層相から堆積当時の環境を推定しよう。神戸層群は粘土・シルト・砂の互層を主体とする堆積物で，時として礫層がレンズ状に狭まれている。礫層は基底面から数m 以内の部分を除けば，流紋岩・砂岩・チャートなどの遠来の円礫から成っている。また，領家岩類の礫を主体とし扇状地礫層を思わせる礫層は含まれていない。以上のことから，神戸層群の堆積当時には，なだらかな基盤の地形のもとに浅い海が出入し，遠来の礫が漂着する開かれた環境にあった。

続いて，この当時の中・南部の状態について考えてみよう。基盤の領家岩類の地形は，北部ではなだらかで，侵食小起伏面が認められるが，中部では起伏は相対的に大きかったことはすでに述べた。この起伏が何時形成されたかということについては，考え方に次の2通りがある。(1) 神戸層群の堆積後に，隆起運動によって起伏が形成され，神戸層群は中部ではすでに削り取られてしまった。(2) 神戸層群の堆積以前に，中部では相対的に高くなっていて起伏に富んでいたので，神戸層群はほとんど堆積していなかったか，堆積していても谷底部に限られ，淡路層群の下に埋没している。筆者らは (2) の考え方が合理的であると考える。その理由として，中部の脊梁部の尾根の緩傾斜部に神戸層群が発見されないことをあげることができる。また，もし，(1) のが正しいとすれば，中部地域から周辺に多量の領家岩類を含む砂礫が供給されていなければならないが，淡路層群の基底には，このような礫層は全く認められず，北方からの円礫が直接に領家岩類または神戸層群を直接に被う。

同様に和泉層群からなる地域の山頂の緩斜面付近にも神戸層群は発見されない。諭鶴羽山地中央部北麓，広田の南方には，和泉層群のみからなる神戸層群の礫層が見られる（第1図）。その厚さは20m 以上あり，固く締った扇状地堆積物であるが，淡路層群の礫層と全く別のものである。このような礫層が存在していることは，和泉層群から成る南部の地域も中新世には陸地になっていたことを示している。

北部を中心に堆積した神戸層群も，やがて侵食され始め，その侵食は基盤にまで及び，北部では神戸層群堆積前の地形が再現し始めた。侵食作用によって，淡路層群の堆積以前に，領家岩類と神戸層群とが地表に出ていたことは，淡路層群が両者を同時に被っている（第2，3図）ことからもわかる。

鮮新世に入ると淡路島中・南部は沈降し始め，湖盆の一部となり淡路層群が堆積した。淡路層群は，中

* 第5図のⅢ-1 西南落ちの断層，詳しくは後述。

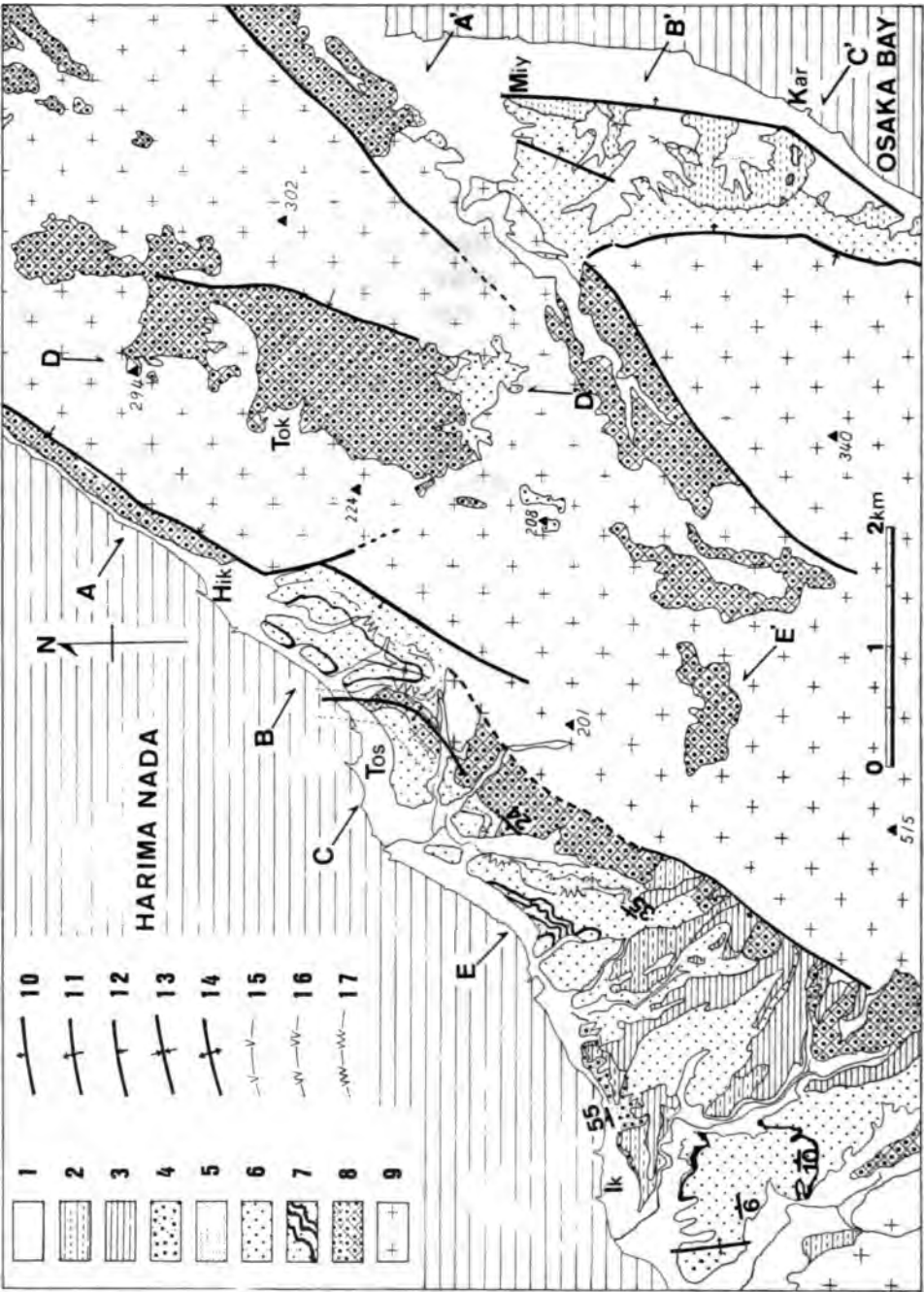
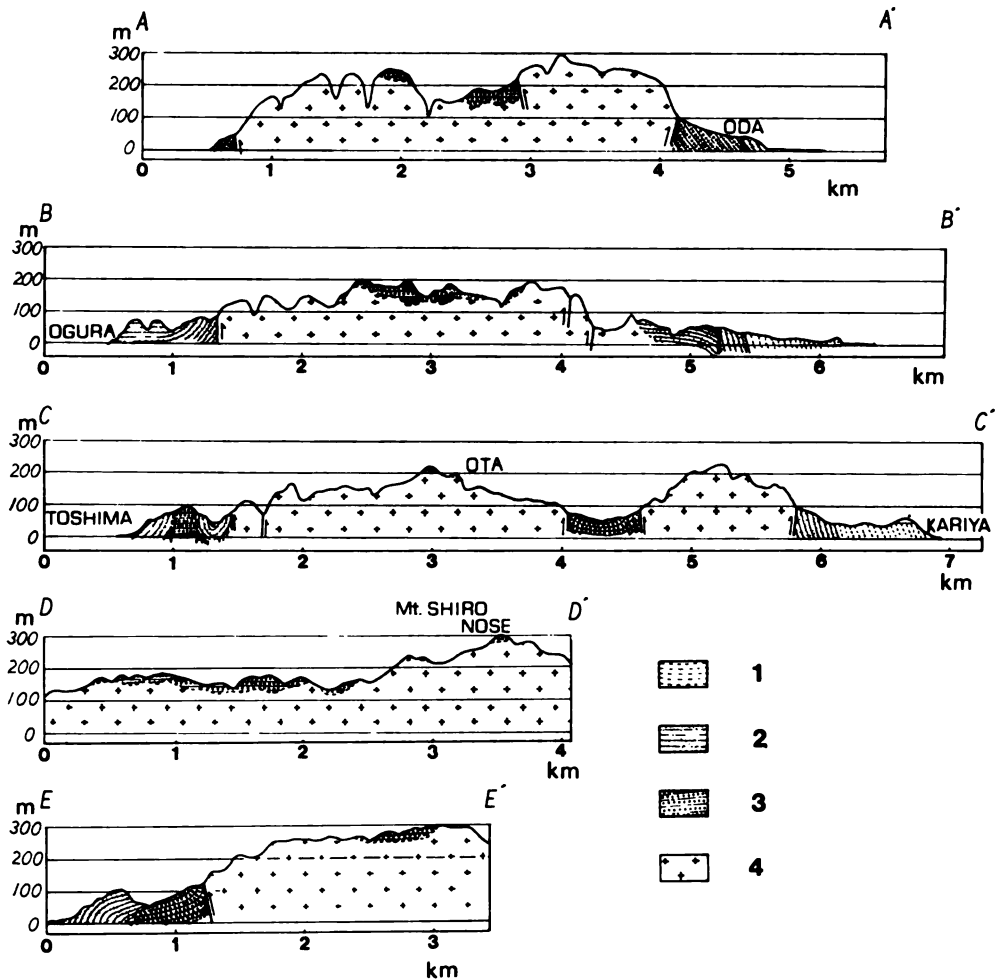
HARIMA NADA
OSAKA BAY
N
A
B
C
D
E
A'
B'
C'
D'
E'
Hik
Tos
Tok
Miy
Kar
Ik
0
1
2km
302
294
224
208
201
340
515
55
6
10
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

第2図　説明文次頁下欄

第3図　淡路島北部の地形・地質断面
1. 仮屋砂泥層　2. 富島層　3. 神戸層群　4. 領家岩類
断面を取った位置は第2図に示されている

Fig. 3 Cross sections of the northern part of Awaji Island.
1. Kariya formation 2. Toshima formation 3. Kobe group 4. Granitic rocks
The locations of the cross sections are shown in Fig. 2.

第2図　淡路島北部の地質と構造
1. 沖積層・低段丘堆積物　2. 中位段丘堆積物　3. 高位段丘堆積物　4. 五色浜層
5. 仮屋砂泥層　6. 富島層　7. 鍵層となる粘土層　8. 神戸層群　9. 領家岩類
10. 断層　11. 撓曲　12. 逆断層　13. 向斜軸　14. 背斜軸
Hik. ひき浦　Tos. 富島　Ik. 育波　Miy. 宮前　Tok. 常盤　Kar. 仮屋

Fig. 2 The geology and the structure of the northern part of Awaji Island.
1. Alluvial deposits & lower terrace deposits 2. Middle terrace deposits
3. Higher terrace deposits 4. Goshikihama formation 5. Kariya formation
6. Toshima formation 7. Clayer key bed 8. Kobe group 9. Granitic rocks
10. Fault 11. Flexure 12. Revers fault 13. Synclinal axis 14. Anticlinial axis

・北部の地形を被った。北部では，後述するように800m にわたって淡路層群が堆積した。中部においても，200～300m の起伏のある領家岩類がつくる地形の大部分を被った。第四紀に入ると六甲山地と共に淡路島脊梁部が，いくつかの断層をともなって隆起した。その結果，脊梁部の淡路層群は剝離されて，堆積前の地形が再現した。脊梁部を形成する断層崖およびそれを開析する新しい谷の上にある侵食小起伏面，小起伏地形は再現地形である。

以上の記載をまとめると次のようになる。

1. 淡路島脊梁部の山頂付近の基盤がつくる地形の輪郭は中新世以前にすでに形成されていた。北部の地形はなだらかであり，中・南部は，比較的起伏は大きかった。

2. 北部では，神戸層群の堆積と剝離，淡路層群の堆積と剝離とがあり，侵食小起伏面は神戸層群剝離後と淡路層群剝離後の２期にわたり，平坦化作用を受けた。中部では基盤の起伏が大きく，神戸層群に被われることはほとんどなかった。しかし鮮新世に入ると，淡路層群によってそのほとんどが被われた。第四紀に入ってからの隆起運動によって脊梁部の淡路層群は再度剝離された。

IV. 淡路層群の堆積環境

東部瀬戸内海形成初期の堆積物である淡路層群は，ほぼ全域にわたって分布しているので，東部瀬戸内海形成当時の積成過程を調査するのに絶好のフィールドとなっている。筆者らは，淡路層群の層相・礫種構成の垂直的，水平的変化に着目し，その堆積環境を復元しようとした。全島にわたる露頭観察の結果，次のような事実が判明した。

(1) 淡路層群中には，後背山地の存在を思わせる厚い扇状地礫層や厚い角礫層は含まれていない。脊梁山地側面の断層崖下においてさえも，粘土・シルト・砂の細粒堆積物が堆積しており，当時の起伏はけわしいものではなかったことは，層相からも裏付けられる。

(2) 諭鶴羽山地北側の淡路層群は，細粒層を狭みながらも基底部から最上部まで和泉層群の礫が多量に混入していることから，南部の和泉層群の岩体は高い位置にあり，北方に砂礫を供給していた。

(3) 淡路層群は第２表のように分類される。

第２表　淡路層群の分類

五色浜地区	富島・育和地区	仮屋地区
五色浜層(90m＋) （外帯に由来する礫を含む）	五色浜層(65m＋) （外帯に由来する礫を含むが細粒化している）	仮屋砂泥層(約420m＋) （シルト・砂・粘土を主体とする）
愛宕(あたご)層(約200m) （現地性の礫を含む）	富島(としま)層(約350m) （北方に由来する礫を含む）	富島層(350m＋) （北方に由来する礫を含む）

淡路層群は概して北部で厚く，南部にゆくほど薄くなっている。以下，各層について記載する。

(1) 五色浜層　外帯から流れてきた秩父系のチャート，石英片岩，緑色片岩の礫を含む堆積物を総称して五色浜層と呼ぶ。このうち，礫層から成る部分を五色浜礫層と呼ぶ。模式地の五色浜では，五色浜礫層が主体をなす。五色浜礫層を構成している礫は，紅色，茶色，黄褐色，青緑色，白色のチャート，緑色片岩，石英片岩の礫のほか，和泉層群の礫をも含む。この礫種構成は，泉南地方にみられる内畑層（岡　義記　1978）と同様の礫種構成となっている。五色浜層の上限は侵食されていて不明であるが，五色浜では，厚さは90m に達し，礫層が主体をなす。下部ではシルト層が狭まれるようになり，シルト層と礫層の互層になっている。五色浜町付近における五色浜層の分布は第４図に示した。

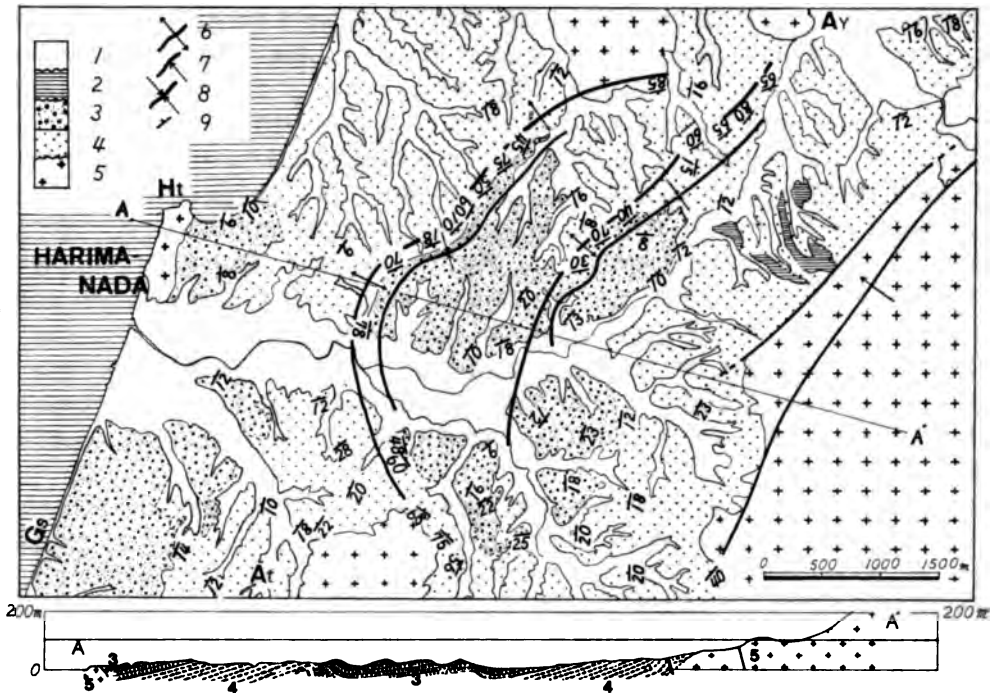
模式地における五色浜礫層には，和泉層群の礫を50%近く含んでいる部分と全く含んでいない部分があり，両者は互層をなしている。後者の方は，和泉層群の山体より流れでる支流を持たない本流の堆積物

第4図　淡路島中部五色浜町付近の地質と構造
1. 沖積層・低位段丘堆積物　2. 中・高位段丘堆積物　3. 五色浜層　4. 愛宕層
5. 領家岩類　6. 背斜軸　7. 逆断層　8. 向斜軸　9. 走向と傾斜
Ht. 仏崎　Gs. 五色浜　Ay. 鮎川　At. 愛宕

Fig. 4　The Geology and the structure of Goshikihama-cho in the middle of Awaji Island.
1. Alluvial deposits & lower terrace deposits　2. Middle and higher terrace deposits　3. Goshikihama formation　4. Atago formation　5. Granitic rocks　6. Anticlinal axis　7. Reverse faults　8. Synclinal axis　9. Strike and dip

で，礫径も大きく，五色浜付近より南方では，最大礫径が20～25cmに達する外帯のチャート礫を含む。このような礫層が存在していることは，外帯から内帯に流れる流路の周囲は，幅の広い谷になっていて，和泉層群の礫の供給を受けるような地形にはなっていなかったと思われる。和泉層群の礫を運ぶ河川との合流は五色浜付近で，これ以北では，五色浜礫層のどの部分においても和泉層群の礫が含まれる。

五色浜層は，淡路島東部には見られず，西岸に沿って分布し，北は育和・斗ノ内まで追跡することができる（第2図）。五色町浜町層は北に行くほど粘土，シルト，砂の部分が多くなり，五色浜礫層は急速に細粒化し，シルト層や砂層の中にレンズ状に入るにすぎない。北限付近では，五色浜層下限付近に，厚さ5.5mの顕著な白色の火山灰層が見られるので，第2図ではこの火山灰層より上を五色浜層として図示した。

(2) 愛宕層　五色浜町周辺において，五色浜町層の下位にある粘土・シルト・砂・砂礫の互層を，模式地である五色浜東方の愛宕の地名をとって，愛宕（あたご）層と呼ぶ。厚さは，模式地付近で約200mで，起伏のある領家岩類あるいは和泉層群を被う。その分布は第2図に示した。愛宕層には本島以外の地域から来た礫を全く含んでいないのが大きな特徴で，上部には粘土層やシルト層・砂層が主体となっているが，下部には砂層・砂礫層が多い。礫層は，付近の基盤岩類の角，亜角礫が多い。礫種構成は，領家岩類のみからなるもの，和泉層群のみからなるものおよび両者の混合からなるもの3つのタイプがある。

淡路島の中部では，淡路層群の堆積以前から基盤の領家岩類の起伏が大きかったことはすでに記載した。このような地域が沈降し始め，谷底部から愛宕層が堆積し始めた。堆積の初期においては，近隣の低い丘陵性の山地から砂礫が供給されていたが，沈降が進むにしたがい，粘土層やシルト層が多く堆積した。やがて外帯からの河川がこの地域に入りこむようになり，五色浜層が堆積するようになった。

(3) 富島層　富島・育和地区および仮屋地区において，兵庫県の丹波地帯および白亜紀火山岩地域に由来する礫を含む堆積物を総称して富島（としま）層という。このうち，礫層の部分を富島礫層と呼ぶ。富島礫層の礫は，流紋岩類，砂岩，チャート・珪岩の礫を中心に少量の花崗岩を含む。このほか，微量ではあるが，溶結凝灰岩，凝灰岩，凝灰角礫岩が含まれている。流紋岩類，凝灰岩類は，兵庫県東南部に広く分布する有馬層群のものである。また，砂岩・チャート・珪岩は丹波帯の古生層のもので，チャートの礫は，有色のものは少なく，白色，黒灰色のものが多い。第2図に富島層の分布を示した。

富島・仮屋地区の富島層は，礫・砂礫層が中心で，厚さ5m以内のシルト・砂層を数枚挟んでいる。仮屋地区では，上位に礫層を全く含まない仮屋砂泥層がのるので，礫層の上限を富島層の上限とすると，その厚さは約350mである。また，西岸の育波・斗ノ内間の火山灰層を富島層の上限とすると，その厚さは同様に約350mとなる。

富島層は，南に行くほど，礫径は小さくなり，砂・シルトの部分が多くなる。富島の東方や仮屋の北方では，最大礫径が20cmに達する礫が見られるが，このような大きな礫が含まれているのは，この地域だけで，仮屋地区の南部では，すでに礫は小さくなり，シルト・砂層の厚さは増す。更に南の志筑では，礫層の部分が逆に少なくなり，最大礫径は5.5cm程度である。西岸においても同様で，富島の南方約2kmの浅野付近で，砂・シルト層の部分が急に多くなる。志筑・郡家以南では，礫層の部分は非常に少なくなっているが，一宮町南部の柳沢，津名町の木曾上付近まで礫層が追跡される。これより南では，礫はみられず，湖盆の中心部になっていたようで，粘土・シルト・細砂から成る。

(4) 仮屋砂泥層　仮屋地区の富島層を整合に被う堆積物で，その分布などは第5，6図に示した。

この層は，粘土・シルト・砂からなり，礫層を含まない。砂層の中に，まれに小円礫が発見されることがあるが，これらの礫はすべて北方系のものであり，南方系の礫は発見されなかった。仮屋砂泥層と五色浜層との層位学的関係は不明であるが，両者は同時異相である可能性は充分にある。

以上述べたような各地層の特徴から，淡路層群の堆積過程を次のようにまとめることができる。

淡路層群中には海成層が含まれておらず，大阪層群との関係からみれば，瀬戸内海の形成初期の堆積物といえる。中新統の神戸層群の大部分が剝離された後，瀬戸内海の沈降が始まり，湖が形成されたが，南部は相対的に高所をなしていて鮮新世を通して周囲に砂礫を供給していた。淡路層群の堆積の初期には，主に北方から砂礫が湖盆に供給され富島層が堆積した。基盤の起伏が相対的に富んでいた中部も，沈降によって溺れ谷が形成され，愛宕層が堆積した。やがて湖は，外帯の水系をも取りこむようになり，今度は，南側からも積成作用が進み，堆積の中心は北に移動した。この時の南側からの堆積物が五色浜層である。

淡路層群の厚さからみる限り，沈降の中心は北部にあり，今日の東瀬戸内海の中央部より北側にずれている。東瀬戸内海形成初期の湖盆は，今日のそれとはずれた位置にあった。これは，伊勢湾・濃尾平野と瀬戸層群，近江盆地と古琵琶湖層との関係と同じである。

V. 広田層および扇状地礫層・段丘礫層

淡路島の新生界において，後背の山地を構成する基盤岩類の礫のみからなる堆積物は広田層と扇状地・段丘礫層に限られている。これらの堆積物は領家岩類あるいは和泉層群の礫から成る礫層で，いずれも下の淡路層群とは傾斜不整合の関係にある。このような礫層がつくる地形によって，尾根状の地形を形成する広田層と堆積面を残す扇状地・段丘礫層との2つに区分した。

広田層　諭鶴羽山地の北方の広田付近において，扇状地の末端部に尾根地形を呈し，扇状地面の上に残丘状に残っている堆積物を広田層とした。ここでは礫の大部分は，和泉層群のもので，少量の花崗岩類を含む。厚さは5m＋であり，最大礫径は30cm に達するものが含まれる。堆積面はほとんど残っていないが，尾根線は水平な部分が多い。広田層は明らかに，断層運動による脊梁山地や諭鶴羽山地の隆起後の堆積物で，大阪層群最上部，五条層（寒川 旭 1977），武豊層（牧之内 1976）に相当するものであろう。

扇状地礫層・段丘礫層　諭鶴羽山地の北側には，高度80m 以下に扇状地地形が発達する。その扇状地礫層は薄く，多くの場合1.5m 程度で，下の淡路層群とは傾斜不整合となっている。この地域以外には，扇状地・段丘地形の発達は悪い。断層崖下には，薄い礫層をのせる扇状地がしばしば発達しているが，これらの扇状地面は，淡路層群の丘陵を開析する谷の中に連続している。

広田層以下の地層は，淡路島の隆起後の堆積物で，淡路層群が剝離されて行く過程で形成された堆積物である。広田層の分布が限られていることや扇状地礫層が薄い理由は，淡路島全体が，後述するように，背斜構造の上部にあたり，更新世には侵食作用が主に働いたことによると考えられる。淡路島を起源とする更新世の堆積物は周辺の海域に埋没してしまっているのであろう。

VI．淡路層群の形成期に関する考察

淡路島の上部新生界については，池辺展生（1959）および市原 実（1960）によって，大阪層群下部に相当するとされ，その考え方はひきつがれている。池辺展生（1959）は近畿地方の新生界から産出する象化石を層位学的に検討した結果，*Stegodon shodoensis*, *S. shodoensis akasienis*, *S. insignis sugiyamai*（3者を総称してアカシ象と呼ばれている）を示準とする累層として，千里山累層，明石累層，淡路累層をあげ，大阪層群下部（アズキ色凝灰岩より下位の大阪層群）として一括した。ただし，当時，大阪層の模式地とされていた千里山丘陵からはアカシ象は産出していなかった。それにもかかわらず，千里山累層を明石累層，淡路累層を同時代としたのは，三木 茂（1948）や引田 茂（1954）の研究によるところが大きい。三木および引田は，千里山，泉北・泉南・明石，淡路島の丘陵を構成する堆積物の中から，*Metasequoia distcha*, *Gliptostrobs pensilis*, *Eural akasiensis*, *Liquidamber formosa*, *Sequaia sempervirens* など多数の植物遺体が産出することを報告し，これらの温暖期の遺体植物フロラを鮮新世のものとした。市原 実（1960）は，これらの遺体フロラは，大阪層群中のアズキ色凝灰岩より下位の地層に特徴的であるとし，*Metasequoia distcha* は，アズキ色凝灰岩を含む Ma_3 の粘土層より上位には産出しないことをつきとめた。三木・引田のいう鮮新世遺体植物のフロラは，本島では，愛宕層から産出している。したがって，淡路層群の下部は，Ma_3 の粘土層以下の堆積物であることは確かであろう。

しかしながら，遺体フロラ・象化石にしても，更に細かい層序学的研究にもとづいたフロラの分類が不充分であるため，漠然とした対比に終っているのが現状である。三木・引田のいう鮮新世のフロラがどこまで下るのか，その時代的な幅が不明である以上，今の段階では，淡路層群は，大阪層群の下部に対比層をもつのか否か，もつとすればどの部分かという点から検討してみる必要がある。

1963年から1964年にかけて大阪市港区で行われた OD-1 ボーリング調査（深度907m）で，大阪層群の最下部およびその基底の堆積物に関していくつかの新しい事実が報告された。要約すれば次の3点になる。

1．907m まで掘り下げても基盤の領家岩類にも達せず，弾性波調査では，深度1500m 付近に基盤と推定される良好な反射面がある。

2．大阪層群の厚さは，予想よりも厚く，その基底の深度は700m に近いと予想される。

3．深度660m 付近に弾性波反射面があり，これより深い所にある堆積物は緻密になっている。

以上の事実から，この報告書（大阪市総合計画局 1964）では，深度 690～907 m までを二上層（中新統）とされている。しかし二上層群と呼ばれた堆積物の花粉分析結果によれば，それより上位の大阪層群の花粉とは一連のものであることが判明した（田井昭子 1966)。池辺展生ら（1966）は，OD-1 コアの

調査を総合的に検討した結果，深度690～907m までの堆積物を下大阪層群（infra Osaka group）とし，その時代を鮮新世初～中期と予想した。

一方，淡路層群は次のような特徴をもっている。

1．粘土・シルト・砂の細粒層は湖成層で海成層はみられない。

2．大阪層群よりも堅く，締りがよい。丘陵の尾根の比高は大阪層群のそれよりもやや大きい。

3．富島層と明石累層とは層相，礫種構成も違っており，両者は別の環境で堆積している。富島層は北方から流れる河川によって堆積したにもかかわらず，明石累層より粗粒で，酸性岩類の礫が多く，多種にわたっている。

以上のような淡路層群の特徴から判断して，淡路層群は大阪層群の最下部かそれ以下の堆積物としても矛盾は生じない。

淡路層群の上位にある五色浜層は，泉北・泉南地方の大阪層群最下部にある内畑層（岡　義記　1978）と同様に外帯に由来する礫を含む堆積物である。内畑層は，和泉山脈が隆起する以前に先き立つ大阪湾の沈降によって，外帯に発する河川が数カ所で中央構造線を横切り，北流していた当時の堆積物である（岡義記　1978）。すでに記載したように五色浜層も同様の状態で運ばれ，東部瀬戸内海に堆積したのであるから，五色浜層および内畑層を１つの時代を画するほぼ同時代の堆積物とみてよいであろう。とすれば，五色浜層より下位の富島層や愛宕層は大阪平野の丘陵地には露出していない古い堆積物である可能性が強く，下大阪層群に相当するものかもしれない。

VII．淡路島の地殻変動

この章では，淡路島の断層および淡路層群の変形の状態から，淡路島の隆起の過程および変動量について論じたいと思う。なお，活断層については稿を改めて論じる予定なので，ここでは，断層に関する記載は簡略化する。

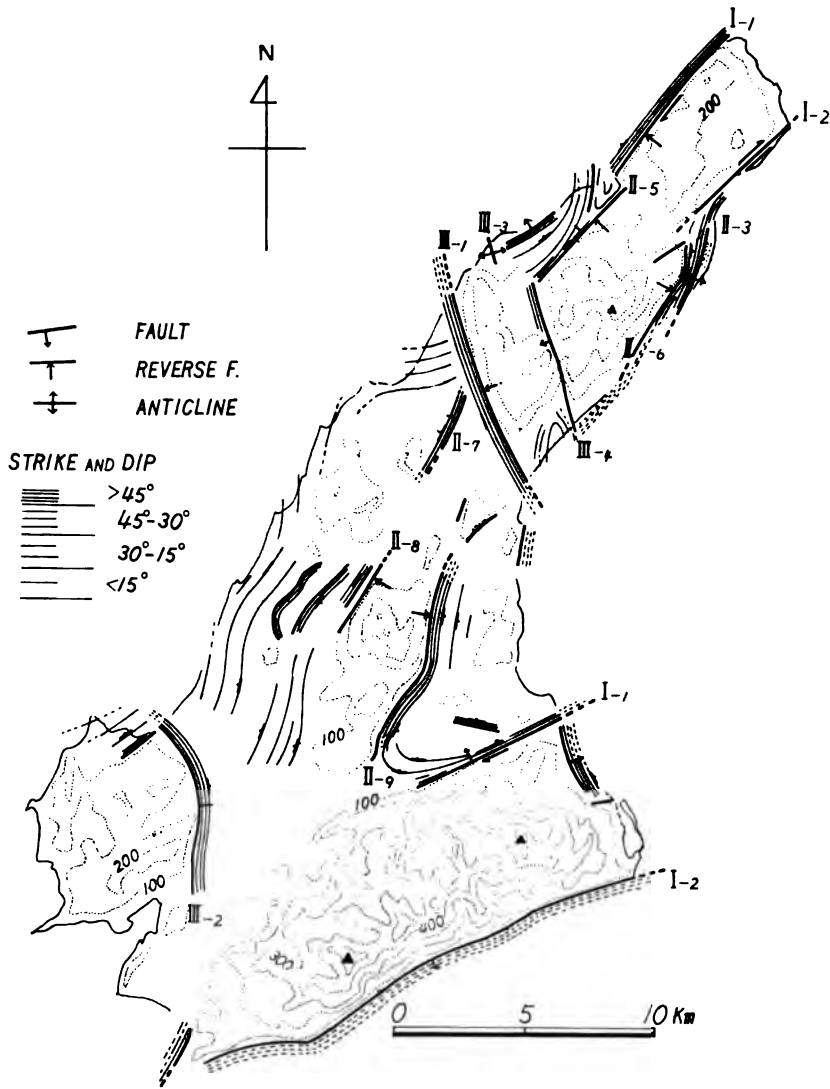
淡路島の地形および新生界の構造を決定した地殻変動は，淡路層群の堆積後に活動した。神戸層群と淡路層群の間には傾斜不整合は認められず，断層付近においても，淡路層群の構造に神戸層群が同様の形式で参加している。

また，淡路層群の変形によって表現されている地殻変動は，淡路島の地形の輪郭とよく対応している。第５図には，淡路層群の変形の様子を示した。淡路層群の変形をおおざっぱに見れば，脊梁部を軸とし，断層を伴う背斜構造となり，軸の部分が分水界となっている。その両側には必縱谷が発達している。必縱谷を形成する丘陵の尾根の起伏には組織地形となっている。断層が走る部分はしばしば断層線谷が走り，必縱谷を破って発達する。

淡路島の断層は第５図に示されているとおりである。これらの断層は，その走向によって，第３表のように３つのタイプに分類することができる。

第３表　断層の分類

分　類	走　向	摘　　要
タイプ　I	N 60°E	論鶴羽山地の隆起に関与した断層で山地の南北を限る。更新世における中央構造線の活動と関係していると思われる
タイプ　II	N-S～NE-SW	断層線が彎曲したり，分岐したり，並列したりして，直線的に走らない場合が多い。脊梁山地の形成に関与した断層である
タイプ　III	N 20°E	脊梁山地を分断する方向で，直線的に走り，脊梁部の高度差を決定している

以下，各タイプの断層について記載する。

第5図　淡路島の断層と淡路層群・神戸層群の構造
Fig. 5 Faults of Awaji Island and structure of the Awaji group and the Kobe group.

タイプ I　淡路層群を変形させ，直線的に走る明瞭な断層崖をもつ。南部の和泉層群の岩体は，淡路層群の堆積中においても相対的に高所をなしていたことはすでに述べたが，断層 I-1，I-2 の活動によって，論鶴羽山地は起伏を大幅に増し現在の地形にいたった。I-2 の断層崖の高度は，300～500m に達し，断層 II-6（東浦断層）と並んで本島最大の比高をもつ。断層 I-1 は右ずれの成分をもつ活断層である。最近における中央構造線に沿う断層に関する研究では，鮮新世以後においても，時代によって断層の位置や変位の様式が変化している（寒川　旭 1975，岡田篤正・寒川　旭 1978，OKADA，A. 1980）。このタイプの断層は，東西圧縮が加わった最も新しい時期の断層系の一部である。

タイプ II このタイプの断層は，NE-SW～N-S 方向にゆるやかな曲線を描いて走るものが多い。時として，分岐したり，いくつかの断層が並行して走ったりして，複雑な構造を伴っている。淡路島脊梁部の形成に直接関与している断層群で，全体として，NE-SW 方向を軸とする1つの大きな背斜構造を形成している。タイプ II の断層群のうち，II-1，II-5，II-9 の断層については，逆断層を示す露頭を発見することができた。また，II-1，II-2，II-6（東浦断層）は段丘地形の変位，stream offset をともなう右ずれの成分をもつ活断層でもある。

以上の事実からこのタイプの断層は，NW-SE 方向と E-W 方向との2つの応力が作用して，基盤に複雑な断層が生じたのであろう。淡路島脊梁部の隆起をもたらした応力はこの2者によるものであろう。

タイプ III この断層系は，N20°W の走向を持ち，脊梁山地を切断する方向で，直線的に走る。地形的にも急斜面をもつ明瞭な断層崖を呈し，崖の下には淡路層群の急傾斜帯をもつ。

断層 III-1 では，2ケ所で，領家岩類が淡路層群の上に衝き上る露頭を発見することができた。また，III-3 には背斜構造が認められる。また，このタイプの断層地形には横ずれが認められない。以上の事実から，タイプ III の断層系は E-W* 方向の応力によって形成されたと考えられる。断層 III-1，III-2，I-1 に囲まれる淡路島中央部は，これらの断層による変位の結果，相対的に沈降し，淡路層群が侵食作用から残されて，広く分布している。

次に，淡路層群の変形の状態から，淡路島の隆起について考えよう。

淡路層群は複雑な構造をもちながらも，基本的には，脊梁部を軸に隆起し島の中へ北部は NE-SW 方向の軸をもつ大きな背斜構造をもっている。

淡路島北部では，脊梁部の両側に淡路層群の急傾斜帯がみられる。仮屋・宮前付近ではこの急傾斜帯は幅1km 近くにわたる（第6図）。急傾斜帯の基盤には，いくつかの断層破砕帯が平行して走り，落差をつくっていると予測される。西側の富島・育波では，破砕帯の間に突出部が形成されていたようで，淡路層群の背斜部もみられる（第2図，第3図 C-C′）。

中部では，北部に見られるような幅の広い急傾斜帯は陸上部には見られない。第4図には，中央部西岸付近の地質構造を示した。ここでは，淡路層群は2列の東側に急傾斜部をもつ背斜構造をもちながらも全体としては西方へ傾斜している。東側では，断層付近以外の淡路層群はゆるやかに東方へ傾斜している。

南部では，諭鶴羽山地周辺に幅の広い淡路層群の急傾斜帯が海岸をとり巻いているようで，淡路層群は30°～80°の傾斜を持つ部分が海岸線付近に部分的に見られる。

次に，更新世における変位量について述べる。第6図から火山灰層を基準にして，淡路層群の層厚を求めると，800m 近くになる。この量を沈降量と仮定すれば，北部では800m に達する沈降があった。中部では，五色浜層の上部が削りとられ，起伏のある基盤の上に淡路層群が堆積しているために，沈降量を推定することは困難であるが，層厚から判断して，300m 以上の沈降量を推定することができる。しかし，南に行くほど沈降量は少なく，諭鶴羽山地は中新世以降陸地であったことはすでに述べた。

更新世における脊梁部を中心とする隆起量は，その沈降量をかなり上まわっている。北部では，800m にわたる淡路層群は剝離され，基盤の侵食面が再度地上に現われ，200m にまで隆起している。その隆起量は1000m に達している。六甲山から淡路島にかけて1000m にわたる垂直的変位で，この地域は東西圧縮応力を吸収したことになる。

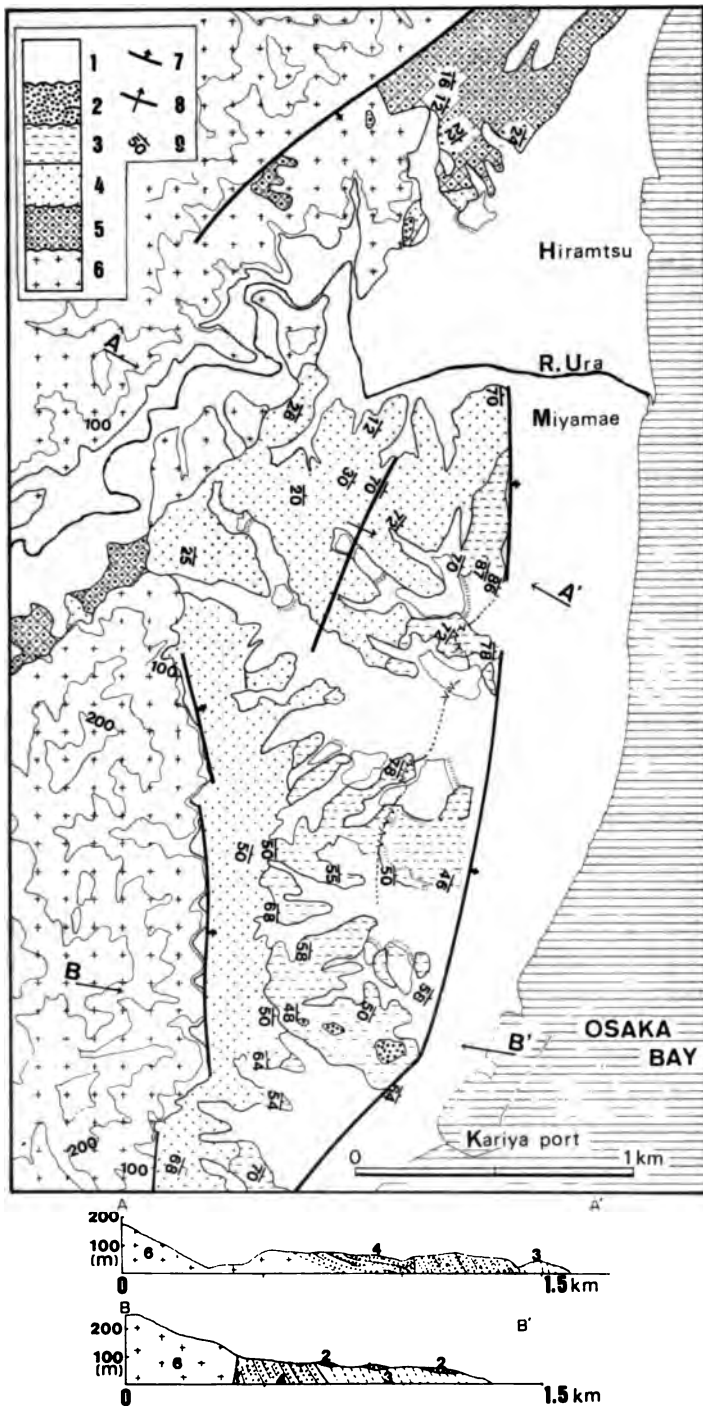
VIII. ま と め

最後に，この論説の要約を述べ，いくつかの問題点を指摘して終りたいと思う。

(1) 侵食小起伏面の形成について 淡路島北部に広く認められる小起伏面の原形は，中新世の海進以前にすでに形成されていたが，神戸層群の剝離後，再度にわたる侵食作用を受けて形成された。このような

* 厳密に言えば，N20W 方向に垂直な方向をさす。つまり，N70°E

第6図　淡路島北部仮屋付近の地質と構造
1．沖積層・低位段丘堆積物
2．広田層
3．仮屋砂泥層
4．富島層
5．神戸層群
6．領家岩類
7．断層
8．撓曲
9．走向と傾斜

Fig. 6 The geology and the structure of Kariya and the neighbouring area in the north of Awaji Island.
1. Alluvial deposits & lower terrace deposits
2. Hirota formation
3. Kariya formation
4. Toshima formation
5. Kobe group
6. Granitic rocks
7. Fault
8. Flexure
9. Strike and dip

侵食小起伏面の形成過程は，横田ら（1978）の報告による信楽・大和高原の侵食小起伏面の形成過程と同じで，２度にわたる侵食期を経ているが，２つの面があるわけではない。

しかし，侵食小起伏面が，淡路層群の堆積直前に全島的に分布していたのではなく，残丘状の地形や中部の相対的に起伏の大きい地形も存在していた。このような侵食小起伏面が東部瀬戸内海から鮮新・更新統を突き破って隆起し剥離化石面を形成していることは，東瀬戸内海の海底に広く侵食小起伏面が埋没していることを意味し，この地域は，中国山地・大和高原を含めて広域的に侵食面問題を考える資料を提供している。

(2) 東瀬戸内海の形成と淡路層群について　鮮新世に入ると，瀬戸内堆積区が形成されはじめ，淡路層群が堆積し始めた。初期には北方から多量の砂礫が供給された。これが富島礫層である。この時代には北方から砂礫が供給されていたので湖水は中部にあった。富島礫層は北部の侵食小起伏面上にも残っており，その産状は，いわゆる「山砂利」* と呼ばれてきたものに属する。近畿地方中央部の侵食面上にはしばしばこのような礫層が分布している。富島層は，鮮新世の山砂利層の形成過程の一例を示したものである。

淡路層群の堆積末期には，外帯から多量の砂礫が供給され始めた。これが五色浜礫層で，北に行くほど細粒化する。五色浜礫層は，大阪平野南部における大阪層群最下部の内畑層（岡　義記　1978）と同様に中央構造線を横断して，瀬戸内堆積区に運搬されてきた砂礫層である。一部は和泉山脈西部で「山砂利」となっている。淡路層群の堆積当時の沈降の中心は淡路島北部にあり，中央構造線付近は北流する河川を防げるような地形にはなっていなかった。

(3) 淡路層群と大阪層群との関係　五色浜層および内畑層を１つの時代を代表する堆積物としてみれば，淡路層群の下部は，大阪平野の丘陵地帯に見られる大阪層群よりも古い堆積物であることが予想される。

(4) 沈降量と隆起量　淡路層群の厚さを沈降量としてみると，北部では800m，中部でも300mまたはそれ以上の沈降量が推定される。その後の断層運動による隆起量は，沈降量を上まわり，現在の地形が形成された。

(5) 断層の様式について　本島の地形形成に関与した断層は，その走向によって，第３表に示すような３種の断層群に分けられる。これらの断層は，更新世に入ってから活動し始めたものである。それぞれの断層群の地形形成にはたした役割は第３表に示すとおりである。

タイプ I およびタイプ II の断層の中には，右横ズレの活断層が含まれている。また，タイプ III の断層およびタイプ II の断層のうち N-S 方向に走る断層には，垂直変位が大きい逆断層が多く，横ズレ成分がほとんど認められない。この地域では，更新世の終りには東西圧縮が主な応力になっていたと思われる。

謝　辞

この研究をすすめるにあたり，駒沢大学の西村嘉助先生および大阪市立大学の藤田和夫先生のお世話になった。また。大阪市立大学の吉川周作氏には討論していただいた。東北大学大学院の八木浩司氏にはフィールドワークにおいていろいろとお世話になった。ここに謝意をあらわします。

文　献

藤田和夫ら（1961）：兵庫県地質鉱産図説明書. pp. 76-80.

藤田和夫・笠間太郎（1971）：六甲山とその周辺の地質，神戸市および隣接地域地質説明書，神戸市企画局.

引田　茂（1954）：大阪湾周辺に於ける遺体植物の研究，府立学校教員研究報告（大阪府教育委員会）

* 「山砂利」とは中村新太郎（1933）によって洪積世大雨期のものとして一括されてきたが，藤田和夫ら（1951）によって，山砂利の中には中新統の礫層も含まれているとされ，分解してしまった。ここでは，山地の尾根付近に残る鮮新世の砂礫層という意味で使用する。

第1集，1-17.
池辺展生（1959）：近畿における旧象化石分布，第四紀研究，I 4, 109-118.
IKEBE, N. CHIJI, M. ISHIDA, S. (1966) : Cataloge of Late Cenozoic Proboscidea in the Kinki District, Japan.
三木　茂（1948）：鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて，鉱物と地質，1, 9, 1-42.
牧野内　猛（1976）：知多半島南部の地質構造と伊勢湾周辺地域の構造運動，地質学雑誌，82, 5, 311-325.
三木　茂（1948）：鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラに就いて，鉱物と地質，1,9, 1-42.
岡　義記（1978）：和泉山脈の形成と大阪層群，第四紀研究，16, 4, 201-210.
——・寒川　旭（1978）：淡路島脊梁山地の形成過程，日本地理学会予稿集（1978，秋季）116-117.
OKADA, A (1980): Quaternary Faulting along the Median Tectonic Line of Southwest Japan. *Memoirs of the Geological Society of Japan* **18**, 79-108.
岡田篤正・寒川　旭（1978）：和泉山脈南麓域における中央構造線の断層変位地形と断層運動，地評 **51**, 5, 385-405.
大阪市総合計画局（1964）：OD-1 調査報告，大阪地盤沈下調査（中間）報告書.
寒川　旭（1977）：紀ノ川中流域の地形発達と地殻運動，地理学評論，**50**, 10, 578-592.
——・岡　義記・八木浩司（1979）：淡路島の活断層，日本地理学会予稿集（1979秋季）64-65.
鹿間時夫（1938）：神戸層群と其の植物群，地質学雑誌，**45**.
田井昭子（1966）：大阪市におけるボーリング（OD-1）コアの花粉分析 ―近畿地方の新期新生代層の研究 V―，地球科学，83-84, 25-33.
横田修一郎・松岡数充・屋舗増弘（1978）：信楽・大和高原の新生代層とそれにまつわる諸問題 ―信楽・大和高原のネオテクトニクス研究，その1―，地球科学，**32**, 2, 133-149.

（1981年6月19日受理）

本邦における大正期以降の地質学・鉱物学の発達 (第2回)
—渡辺万次郎先生を囲む懇談会—

日本地学史資料調査委員会

Geological and Mineralogical Circles in Japan since the Taishō Period (Part II)
—A Round-table Conversation with Professor Manjiro WATANBE—
Committee of History of Japanese Earth Sciences, Tokyo Geographical Society

まえがき

東京地学協会ではその一つの事業として日本における地学の歴史を各方面より検討し，その資料を取りまとめる目的をもつ日本地学史資料調査委員会を設置して作業を行っているが，その企画の一つとして地学の各分野におけるご経験の深い方々に地学の歴史に関するお話をうかがい資料の一つとして取りまとめることを行っている。第1回は坪井誠太郎先生を囲む座談会（地学雑誌第88巻第3号，172～182頁，1979）としてその内容を公表した。今回はこれに引き続き，東北大学名誉教授渡辺万次郎先生に，前回とほぼ同様の内容に関し，特に東北大学を中心とした地質学・鉱物学関係の組織の成立，研究の特色などをお話いただく目的をもって懇談を行った。なお先生の御健康のこともありそのお話は東北大学選鉱製錬研究所南部松夫教授と世話人としての湊の2名でうかがった。場所・日時は，東北大学選鉱製錬研究所会議室であり，昭和54年10月19日午前である。内容は録音により記録したものを前回速記を依頼した方にお願いして原稿として作成し，その後南部教授および湊により手を加え取りまとめたものである。最初は録音より作成した原稿を渡辺先生にお目通しいただく事として計画していたものであるが不幸にも渡辺万次郎先生の翌年2月の御逝去によりこれが不可能となったが，このことは世話係として真に残念であると共に申しわけないことと心よりお詫びするものであるが，この企画が先生よりこのようなお話をうかがい得た最後の機会を作り得たこととしてせめてもの救いと考えざるを得ないものであろう。

なお渡辺万次郎先生におうかがいする内容は，この委員会の小林貞一委員長および協会の坪井誠太郎会長にもご意見をうかがい取りまとめたものも含まれている。

またこの懇談会を開催するにあたっては東北大学選鉱製錬研究所大谷正康所長，南部松夫教授および南部研究室の方々より多くのご好意とご援助をいただいた。ここに明記してこれらの方々に感謝の意を表わすものである。（湊 秀雄記）

懇 談 の 席
（左より，南部松夫・渡辺万次郎・湊 秀雄）

渡辺万次郎先生

出席者：渡辺万次郎，南部松夫，湊 秀雄

南部 渡辺先生はお小さい時から科学の分野にご興味をお持ちと思いますが，特に地学のほうに進まれた動機などからお話を頂きたいと思います。

渡辺 私の生まれたのは福島で，吾妻火山の麓で，生まれが明治24年，26年に吾妻火山が数回爆発しましてね。それで山が鳴ると母の背中に負われて鎮守の森に行って，その山から煙が出て，ひどい音がするのを不思議だと感じたが，それが私の最も古い思い出なんです。それから山は不思議なもんだと思い，中学時代には吾妻山にも何回となく登りました。そしてこういうことを何か学問で調べているのがありそうだと考え，火山をやりたく，初めて地学のほうに向ったんです。ところが私は，田舎の百姓の子ですが，その頃農家の子供が上の学校へ行くとは罪悪みたいに思われていてね。それで中学の先生と相談して「おまえが大学に行くのを親が反対するなら，高等師範に行ったらよかろう」といわれた。高等師範を出ると，小学校教員の免許状がもらえて，6週間の現役を終えると，普通の兵役免除になったんです。それで母を説き伏せて，東京行きを賛成させ，高等師範に入ったんです。その高等師範には佐藤伝蔵先生がいて，火山のことや何か一通りやっておられたんです。東大には高等学校を出なければ正式には入れないが，高等師範を出て，高等学校の検定試験さえ通れば，東大の専科に入って普通の理学士になれるということで，そういう回り道を選んだんです。地質や鉱物のことは佐藤先生から一通り習っておりましたので，高等学校の検定を受けるために微積分とかドイツ語とかを多少勉強した。不思議な縁で，坪井誠太郎先生の弟さんの忠二さんが僕が教生時代の生徒で，それで坪井先生の高等学校の教科書を借り，高等師範にいるうちに一通り勉強して，これなら大丈夫だ，東大を受けてみようということで，そのつもりでおったんです。ところが山崎直方先生がその頃東大の地理の助教授で高等師範の教授も兼ねておったんですが，わざわざ運動会の時来て，「渡辺，おまえ東大の地質に願書を出すそうだが，東大はいま非常に偉い先生がいて，あそこでは自由な研究なんかできないぞ。先生の言いなりになるなら東大も結構だが，おまえの性分を見ると先生の言うことは聞きそうもないから，それより東北大が今度出来たから，そっちへ行ったらいいだろう」と言うんで，坪井誠太郎先生の教科書を借りただけで東大は試験を受けず東北大に来たんです。東北大は初めから3講座で，東大は2講座だったと思うんですが，第1講座は佐川栄次郎さんが持たれたんだが，すぐお辞めになった。第2講座に矢部長克先生がおられて地質鉱物の教室を主宰しておられた。第3講座は担任の予定の神津先生がヨーロッパに留学中だったのでそのかわりに大湯正雄という助教授の先生が来て，神津先生の在外中，鉱物や岩石それから鉱床のほうをやっておられたんです。

そのころ創立当時の東北大学は非常に特色のあった学校で，学生にはたとえば早坂一郎さんのような二高の秀才も，また小岩井兼豊のような40近い，前に高等女学校の校長もやっていて，特に地学に関心を持っていたという人も飛び込んできたりして，非常にバラエティに富んでいたんです。そして矢部先生自身がいまでいうと民主的な教育をやって，学生を自由に伸ばさせようというようなご方針のようでした。例えば卒業論文にしても，私の場合は大湯先生がコーデイライトの研究をした時分ですが，私が「今度アラゴナイトの実験をやっている」と言ったら，「よかったらそっちをどんどんやれ」と言って，学生の志望を伸ばしていくような教育方針をとっておられたんです。それで非常に助かった。

佐川先生の留守中に岩崎重三先生が講師で来られて，鉱床学の講義をされた。鉱床学という言葉はそれまでは使ってなく，応用地質ということで講義をやっておられたが，どうも古くさくて，先生には失礼だが面白くないんです。それで大湯先生を引っ張り出して，特別に，応用地質学の講義のほかに"鉱床学"という題目の講義を学生が大

湯先生にやって貰ったんです。

それはどういうことかというと，その頃，今は勿論古くなっていますが，鉱床学の新しい論文が欧米でどんどん出て，学生の興味もむしろその方にあって，古い鉱山の記録なんか面白くなくて，むしろ大湯先生を中心に主として岩石や鉱床の研究を盛んにやったんです。それで，それまでの地質や鉱物とは中身が違ってきたんです。それまでのは化石の方はよく分りませんが，岩石にしても鉱物にしても記載が主でした。岩石に例を取ると，これこれの鉱物からなったものは何。鉱物を決定するにはインデックス，プレオクロイズムがどうだとか，それに対して学生は議論する余地がないんです。

ところが丁度その頃ハーカーの The Natural history of Igneous Rocks が入って来たが，例えば火山なら単なる記載でなくて，それに対する議論ですね。理論といいますか。それがわれわれには非常に面白かったんです。そのうちにアメリカのカーネギー研究所でいろんな熱による鉱物の変化，いろいろな物理化学的条件によって鉱物が変ることを研究しはじめた。それで新しい実験をすると今迄のデータと違ったデータも出るし，データだけでなく，それに関する現象がわかってくる。それに非常な興味を持って，この講義のほかに学生が主となって雑誌会を頻繁にやり，場合によると夜の12時を過ぎたこともあります。昼休みの御飯は矢部先生，大湯先生はじめ，学生も一緒になって食べた。第一矢部先生自身が独身で，神津先生も勿論。そして教室に泊っているんです。それで，「今晩はおれと一緒に飯食べていかないか」なんてことで夕飯も一緒に食べて，雑誌会がないときも夜遅くまで学生が本を読んだり，勝手な議論をしたりした。矢部先生は特異な先生で，専門の違った岩石や火山のことなんかにも非常に興味を持っている方で，“世界の火山”という講義をやられたんですよ。火山の講義を矢部先生がやられて，それがそう言っちゃ失礼だが，小藤先生の火山学よりはわれわれには生き生きしてたんです。小藤先生の火山ですと，地形とか，その岩石とか，主に記載ですわね。ところがそのころ外国から新しい本がどんどん入ってくると，この前の坪井先生の話にもあった，our mobile earth とか，新しい今までと全然違った概念が導入され，岩石や地質が死んだものでなく，生きたものとして取り扱われた。そのことに興味を持って学生はどんどん進んで行ったんです。

それで私も初め火山をやるつもりでいたんで，これからの火山は今までの火山と違うからしっかり物理化学の基礎がなければできないと思った。ところが私が十分そこまでいかないうちに，大湯先生の手伝いで日立鉱山の調査をやり，そのうちに鉱山の方に興味がいって，火山はいつの間にか吹っ飛んでしまって，鉱床の方に入ったんです。

そのうちに神津先生が帰ってこられた。神津先生もヨーロッパではインデックスの研究や何かやっておられたが，帰って来るとやはり何というか，動く生き物としての地質・岩石・鉱物に興味を持たれた。ちょうどそのころ隣の金属材料研究所で金属の熱による変化とか，圧力による変化とか，物理化学的なことを盛んにやっておられたんで，その便宜もあったんです。たとえば神津先生は助手を入れるのに地質や鉱物の卒業生じゃなく化学の卒業生を入れられたり，それから金研の遠藤美寿と協力して，鉱物のラウエスポットの研究をするとか，そういうことをどんどんやっておられたんです。勿論その頃，熱的研究にしても今のような電気炉があるわけじゃない。電気炉は自分で作った。レントゲンやるにしても，ろくな薄片を作ってくれる石工がいなかったんですが，先生たち始め，自分で気にいったような薄片を作って研究するというようなやり方でいった。このようなことで，神津先生なんかムーンストーンの加熱によってラウエスポットが一重になって，また冷やすと二重になるというような，あの有名な成果を挙げられたが，それがわれわれをひどく刺激したんです。私も何とかして一寸でもそのほうをやりたいと思ったが，それをやるには自然のほうももう一度見直さにゃならん。つまり自然を観察することと，同時に物理化学的な実験をするということが私自身の興味でもありましたし，神津先生や大湯先生の興味でもあったんです。ところが教室を主宰してる矢部先生のほうは化石が主ですから，研究費の支出や何かにしょっちゅう食い違い

が起ったんです。たとえば神津先生やわれわれはなるべく物理化学の実験機械を金を惜しまんで買う。矢部先生のほうはそういうことは物理や化学の専門家に任せたほうがいいじゃないかっていうんで，今度は化石の大きい古いモノグラフをたくさん外国から買う。予算ではしょっちゅう争った。そのうち一番問題になったのは研究報告です。その頃の東北大の理科報告はいまの学術雑誌と別の大きさでしたが，矢部先生はそれじゃ化石の大きい写真が載せられないっていうんで，2倍の今の新聞の半分位の大きい第2集で発表しようという。ところが岩石や鉱物は長期間の実験をやっても，結果をまとめて書くと，その紀要だと1頁も満たせられないことが起ってくる。それでこういう紀要はだめだ，われわれは加われないというんで，理科報告の第3集というのを出した。それが教室分離の第一歩です。研究科題から分かれたんじゃない，研究報告の発表の形式から分かれてきたんです。それで今度は研究費の配分で神津先生と矢部先生が喧嘩したということはあるが，それは個人的なものではなくて，研究施設と発表の形式で，とうとう両立できなくなって，仙台の地質学教室は二つに分かれてしまった。講座が法的に分かれたのは大正11年になっていますが，大正7年ころから事実上分離して，そして矢部先生は地質古生物にどんどん特徴を出していった。岩石鉱物のほうは物理と化学に基礎を置いた独自の道を辿ったがその頃の岩石，鉱物の学生はよく物理，化学の教室に出かけたものです。丁度その頃学制改革で，東北大学では自由講座という形になったんで，教室が違ってもその講義を聞くことが自由だったんです。それでわれわれの方としては，片山正夫先生の理論化学，実際は実験化学で理論化学というとおかしいが，そんな講義を聞いたり，それから人によっては高根君のように専ら物理の教室に行ってレントゲンの実験をやってたんです。そういう状態で内部は変ってきましたんですが，その変ってきた原因は，先ほどもちょっと言いましたが，ことにイギリス学派やカーネギー研究所の研究が一番大きかったと思うんです。また他方，ニグリーや何かは岩石の変質にフェズルールを使うとか，それから鉱物の研究は，むしろレントゲンを使うことが主な時代に，また反射顕微鏡が大いに発達した。その反射顕微鏡の技術はアメリカでかえって急に盛んになったんです。私どももその点では鉱物や鉱石の研究にはドイツよりもアメリカのほうがいいというような状態でしたね。

南部　先ほど大湯先生が鉱床学の講義をされたというようなことでしたが，確か1913年にリンドグレーンの鉱床学が出たわけですね。その前にもドイツ流の鉱床学が渡辺　渡先生あたりによって導入されたはずなんですけれども，その当時の大湯先生の鉱床学の講義の内容はどういうものだったんでしょうか。

渡辺　それでね，鉱床学という言葉を私調べたら，明治以前には全然ないんだね。この前後関君も書いてあるように地質とか鉱物という言葉はどこから何時頃から出て来るか調べたら，これ比較的新しい。鉱物も本草学の一部分で，それから地質なんていう言葉は日本語になったのは本当に明治近くですね。鉱床って言葉は渡辺　渡先生と深い関係があります。つまり明治の初めは鉱物と鉱山が一つ教室になっていて，そして小藤先生は鉱物・岩石・地質へ行き，渡辺先生は鉱山に行って，鉱山学教室で鉱床っていうのをやられたんですね。それは昔の鉱床の形態を吟味して，それを採鉱・探鉱にいかに利用するかというのが主だったように私自身そう思っていた。それで鉱床学は東大では私にはよくわかりませんがあまり進んでいなかった。というのは小藤文次郎先生はあまりに潔癖でね，鉱山に関係する部分をきらってるんです。それであとで渡辺武男君の研究で有名になった遂安鉱山に小藤先生が寄られたときも*，あの朝鮮旅行記の大きな論文で「学術研究の必要上特に遂安鉱山に寄った」とわざわざ書かれているんです。鉱山に寄ることをまるで下道のように小藤先生は思っておられたらしいんです。それで東大ではそのほうはあまり進んでいなかったらしいんです。ただその頃すでに平林　武さんや何かは地質調査所において黒鉱の研究をやっていた。野田勢次郎さんなんかは地質調査所でかえって鉱山

* 渡辺武男によれば，小藤先生は遂安鉱山笏洞鉱床には行かず中島謙造，伊木常誠氏他の資料を受け取り報文をまとめたものである。

の研究をやられていた。ただしその方たちは東大の理学部を離れて，工学部に移っていったんです。伊木さんにしても，平林さんにしても。しかしそれは鉱山学科の採鉱及び探鉱に必要な場合に限っていました。石油についても同じでした。これに対し，そのころ外国から入ってきた新しい鉱床学というのは，鉱床のでき方とか，変化とか，それらに関する理論と同時にその理論を実験で解決しようというようなもので，それに大湯先生が興味をひかれると，われわれがそれに同調したというか，引きずられたということだったと思うんです。

その頃の雑誌会の生い立ちは，いまでも記録が残ってますが，学生にみんな題目を選ばせていたんです。その一つは矢部先生が東北大学の地質鉱物学科を開く準備に３年間も外国におられたんです。いまの新制大学と違って，大学ができたら先生をどこからか捜すということでなく，先生をまず養成しておいて，その先生たちの意志によって大学の講座をきめていったんです。それは東北大学が沢柳政太郎さんという当時いらした偉い総長の新しい考えで，まず教員を養成しなければ大学なんかできるもんじゃないという考えです。当時東大に，幸か不幸か定年制がなかったと見えて，たとえば本多さんにしても矢部さんにしても，これらの若い助教授の方々がいくら勉強しても教授になる席がなかったんです。さっき出た山崎直方さんにしたってそうなんです。教授にはなれなかったんです。それで東北大学がそういう方針を出したので，どういう理想的な大学をつくろうかということで，矢部先生はその頃ドイツやアメリカのあらゆる学術雑誌を買って送られたんです。それがわれわれを刺激したんです。それで，今からいうと乱暴な話だが，矢部先生はそうして勝手に買うについては，予算など頭には無かったんです。勝手に注文して物が来るのに，大学の会計じゃすっかり手を焼いていたんです。そんなことは会計課のやることで学者のやる仕事じゃないって。松本彦七郎さんなんかもその伝統を継がれてね，勝手な買い物をして会計課を苦しめていました。そのお蔭であの頃のドイツやイギリス，アメリカの雑誌がほとんど全部来てたんです。そしてそれを図書係に申し出て借りるとか何かじゃなくて，学生に勝手に読ませたんです。それで自分のことを言うのは変だが，アラゴナイトの小さな紀要を書くとき，その頃来ていた殆んど總ての外国雑誌のインデックスでアラゴナイトという所を見て，そうしてその現象を見るというようなやり方をやって，つまり学生が勝手にやっていた。まあ指導は大湯先生がやって下さったけれど，学生が勝手に珍らし半分に新しい雑誌を読んだということが，そういう新しい風潮をつくった原因だと思うんです。そういう点で矢部先生という人は学問に関しては偉い先生でしたが，一方事務や何かはめちゃくちゃな先生だった。それで，分離になった時にしても，分離事務を実際にやったのは青木廉二郎君。あとで地質の教授になりましたが。矢部先生と神津先生は終いには，まあ話したって駄目だからおれは話をしない，君ら何とかしてくれって，教室の大事な話を青木君と僕に任せていたんです。それで青木君という人もまた偉い人で，矢部先生と神津先生がそういう仲になっていても僕の所へ来て「きょうはオヤジ頭から角出してる，だめだから君んとこへ来た」なんて言うんです。そして「アイツどうしよう」なんて勝手なことを２人で相談する。矢部先生は自分達２人で話をすると纏まらないもんで，仕方がないから君ら２人にそれじゃ任せるということで任せてくれたんです。そういう所はまた非常に太っ腹というか何というか，あったんです。要するにわれわれからいうと２人ともお坊ちゃんという語弊がありますが，自分の理想だけを通して，面倒くさくなると子分に任せるというようなたちだったんです。それが地質鉱物の教室だった。

そのかわり試験は厳重でしたよ。第１回の人なんか，無事に２年に進級したのは半分しかいないんだから。試験は厳重，その代り自分で勝手にやらせる。

南部　そうすると先生が学生時代の先生方の講義の時間数はそう多くなくて，実践的な教育だったということですか。

渡辺　ええ講義は午前だけです。午後は自由に実験させてくれたんです。そして化石のほうじゃ江原真伍さん，あとで教授になった。あと鉱物で

は北見吉之助さんが2講座の助手でいられた。そして大体化石のほうだというと江原さんに言って化石の標本を沢山出して貰う。それからどんな本を見たらいい，なんて。あるいは早坂一郎君なんかもそうでした。殆んど自分で本を見て自分でやってたんじゃなかったんですかね。それで松本彦七郎さんが古生物の講義に来られて，ご自分の好きなことばかりやっていて，そして雑誌会なんかがあっても，その頃午前様という言葉はなかったが，講義を始めると夜の12時を越えるんです。学生が居眠りなんかしても勝手に話したり，そんな調子でした。私は卒業論文に「日立鉱山産オットレライトの研究」というのを仰せつかっていたんです。ところがちょうどその頃マイゲンス・ソリューションというアラゴナイトとカルサイトの鑑定の方法がドイツから来ましてね，アッこれは面白そうだと思って，学校のアラゴナイト標本を全部検査してみたんです。そういう点もね，標本の一部ぐらいならいいだろうというんで，標本であるにもかかわらず使わせたんです。それでやってみるとアラゴナイトは一つも無いんです。その当時日本のアラゴナイトというラベルが書いてあるものを検べてみるとみんなカルサイトでした。その頃カルシウム・カーボネートが安定な形ではカルサイトになり，メタステーブルの形では初めアラゴナイトになっているが終にはカルサイトに変るとされていた。それがわれわれにとても面白かったんです。それでそうかもしらんと思って，次の年の夏休みに，その頃日本で知られていたアラゴナイトの産地を全部回って沈澱してるそのままの状態を調べようとしたんです。そんなことをしているうちに，オットレライトの研究が冬の休みと夜だけになってしまって，それでもその当時相当資料は集めていました。それから数年後鈴木　醇先生が日立のオットレライトの研究を出されたんです。あのとき私のノートは勿論全部鈴木さんに提供しましたし，ああいう面白い研究もあったんですが，そのほうはぼくは夜だけやって，昼はアラゴナイトのほうをやった。それを地質学雑誌に書いたら，学生の論文を載せてくれて，その時のフットノートを全部出してくれましてね。第一何十という数で，あれも初めてだった筈です。日本は，原稿にフットノートを詳しくつけて，それが全部雑誌に掲載される例は珍しく，それまではせいぜい誰の研究によればこうだという程度で，その研究がどこにあるかは不明であった。つまりあの頃の新機軸というか，いろんな新機軸を相当出しているんです。

ただその頃は東大にしか地質鉱物はありませんでしたし，東大では小藤先生が“Volcanos of Japan”を英文で「地質学雑誌」に連載されてました。それは大体震災予防調査会の報告を纏めた火山，地質の報告ですね。ところが東大でも多少同じような空気があって，松本唯一君が私と同期ですが，阿蘇火山の研究をやり，その研究の結果が小藤先生のとはまるで違ってしまったんです。そのうち小藤先生の“Volcanos of Japan”は九州の番になったが，小藤先生は九州は阿蘇に登らないでしまったんです。あの事情はわれわれには良くわかりませんけれど，後で聞くと松本唯一君が全然反対の結果を出していることにあったということだった。あの“カルデラ”なんていう言葉はその頃勿論あったんですがね。日本ではあまり使っていないで，火山の爆発火口だというように考えていたところ，松本唯一君がカルデラと結論し，三大カルデラの初めの研究として阿蘇を取り扱った。まあ平たく言うと小藤先生と意見が合わなくなってしまったんです。それで小藤先生の“Volcanos of Japan”は完結しないんだ。そんなことで東大でも新しい火山学が要望された。さて，坪井先生は大島火山の研究で小藤先生の研究とまた違った結果を出している。第一岩石の分類がその頃まず違ってきています。ワシントンや何かでアメリカのノルムの分類法が出る。ドイツじゃオッサムの分類法が出る。ノルムにしてもオッサムにしても，化学分析が要求される。ところが分析なんてことは岩石じゃやれなかったんです。今のように顕微鏡とかいろんな機械で化学成分を出すなんてことはできない。元来いちいち分析をしていたんです。そして専門の技術を持った人でも鉱物の分析には相当の時間がかかって，今のような化学分析の表を出すなんてことがなかなか出来なかった。幸いに東北大学は助手の数が1講座に2人いた。東大にはその頃1人だったらしいん

です。それで1人は鉱物・地質から入れ，1人は化学の卒業生を入れたんです。だから分析が出来ないことは学問的な欠陥ではなかった。私が帰ったころは仙台には市のガスもなかったし，水道もきてなかったんです。大きい掘井戸で水を汲み上げてそれを使っているという状態で分析は自由には出来なかったんです。要するにインデックスを計るにしても，機械や何でも日本のサイエンスのレベルがまだ遅れていて，その当時のヨーロッパ流の研究をやるには日本全体が不適当だったんです。それが一つの新しいほうに向いた原因だったろうと思います。

南部　神津先生は実験鉱物学をずっとやられたわけですが，その動機は外遊によって勿論エキサイトされたと思うんですが，その前にそういうアイデアらしいものをお持ちだったのでしょうか。

渡辺　いや，そこは知りませんが，先生もカーネーギーにいらして，ことにイギリスに行ってからインデックスや何かの研究をやられた。ところがむしろ帰って来て新しい若い者の空気が先生を刺激したんじゃないかと思ってるんです。ところが神津先生は帰ってくると，イギリスで暗室に長いことこもっていたため，呼吸器を悪くしてこられた。仙台に帰っても初めは神奈川県に行って療養なさって，私はそれで神津先生に教わる機会が全然なかったんです。丁度私が入って間もなく帰ってこられたが，教室には出られない。それで教室に帰ってこられても神津先生自身が実験室の隣に運搬箱を重ねて並べ，その上に今のようにマットなんかありませんから，ござを敷いてその上に布団を敷いて寝ておられたんです。それで初めの神津先生の熱の実験は，「地質学雑誌」からたのまれて報告は書きましたが，あれは実験の練習にやったのです。火成岩の溶融現象ということで。ところがそれが大変だったんです。つまり今のようにサーモスタットも何もないんです。電気炉自身を丁度神津先生はそういうことは考えておられたとみえて，白金線や何か沢山どこかで買ってこられたんです。それからアスベストスのカバーや何かは何処から求めてきたか，鉱物や岩石の人にはわからない，手に入らないようなものを手に入れてね。それで初めの電気炉を自分で作ったんです。いやほんと，私どももそうですよ。初めは電気炉を自分で作って，そしてプラチナとプラチナインジウムのサィンモカップルのスタンダードをきめるにもメルティング・ポイントのわかった金属を自分で測定して，それに長いこと時間がかかった。1年くらいかかったでしょう。あの火成岩の溶融現象は赤岡さんが来てからで，私は1年間を殆ど電気炉のつくり方とそのいじり方で費したくらいです。それでサーモスタットがないから，抵抗器をいちいちポテンシオメーターで電気抵抗を見て，手で調節して，少なくても2度（2°C）以上の温度の上がり下がりがあってはならない。ところが，そのころは市のほうの電気容量が不十分だから，電流が変るんですね。便所に行くひまもない。そうすると，便所へ行ってきますから先生一寸見て下さいというと，先生自身はもうポテンシオメーターを見ているわけです。そして先生はその時熱があったんです。そしたら熊谷岱蔵といってあとで総長になったお医者さんが神津先生に，「だめだ神津，またポテンシオメーター見てる。おまえ死ぬ気でやってんならやれ」なんて構わないんです（笑）。医科の先生がまたそんな気分だったんです。神津先生は「そうか熊谷がいじめるのなら，おれ引っ込むから君たのむぞ」といって，また隣の寝室というか実験室に神津先生は入って休んでしまうんだ。それが東北大学のあのころの空気でした。だから金研には助教授になりたい人が多いということもあってね，助教授半分くらい死んだんですよ。あれは東大の総長をした茅君時代まで続いた。「茅君どうだ，実験うまくいったかな。」「ここがうまくいってない。」「そうかもう一ぺん繰り返しやってみるんだ。」などといって，今度は自分が帰ってしまう。だからその実験室では茅君，松本君，村上君もみんな一ぺん重病やったんだがね。それでその病気に耐えてきた人が偉い学者になった。耐えられなかった本間先生とか，途中で倒れた人も沢山あったんです。

南部　今度は一寸話題を変えて，渡辺先生は大正10年から欧米に2年間留学されたわけですが，それはおそらく先程のお話の教授前提のご出張だったと思いますが，最初はアメリカ，それからヨーロッパに行かれて，またアメリカに帰られたと

いうふうにお聞きしておりますが，その間の向こうの印象，日本よりも非常に進んでいてびっくりされたとか，その後どういう影響を先生に与えたか，そういうことをお話ししていただきたいと思います。

渡辺 いやその前に，私がいま鉱床の担当者だったといっているが私にはそんな能力は初めからないんです。私は初めからね，自分のすきなことだけやっていたい人間なんだ。地位もいらないし，飯さえ食べて行けたらいい。大学に入ったとき，中学の先生にね，「おまえせっかく大学に行ったんだから世界的な学者にならなくちゃならないぞ」と言われたとき，私はそんな気持ちは一つもない。「入ったばかりだから，吾妻山かたづけたら私はそれで一生いいんだ」と言って中学の先生に叱られたことがあるんです。こっちに来ても好きなことやってばかりいて，卒業論文も先生に言いつけられたことをあまりやらなかった。その前にもありました。つまり大湯助教授の命令で会津の五畳敷温泉の東南の硫気孔群付近の，火山としての可能性を吟味したが，結果は火山でないことがわかったので，勝手に鳴子火山に行き，大湯先生にひどく叱られたこともある。

私は，勝手なことさえやっていればいいので，教授になろうなんて気はない。残念なことに大湯先生が向こうに行って病気で倒れ，だれもやる者がいないから，おまえが幸いにこの方面のことを一所懸命やっているから，大湯の帰るまでやるようにといわれ，鉱床学の講義ってほどじゃないが，同学の諸君の道案内をやってたまでで，それで大湯が帰えれないからお前が行けって言われたわけです。あの頃の東北大学は余裕があったから，教室で強く希望をすると若い者でも行けたんです。それでアメリカを選んだという理由は，本当はカーネギーに行きたかったんです。ところがその前に反射顕微鏡用試料をあのころ一番良く作って研究したのは，スタンフォードのトルマンなんです。それに私も体こわしちゃって，鎌倉で保養をしており，鎌倉の主治医には，「おまえ絶対安静にしていろ」と言われていた。そういう状況で出張命令が出たんです。それで私の身体検査をやってくれたのはあの熊谷先生ですが，「おまえ，神津の下で研究なんかしてたらよけい体が悪くなるから，カリフォルニアにでも行け」というようなことで，身体検査を合格にしてくれたんです。

それで丁度いい具合にカリフォルニアの空気はいいし，新しい顕微鏡を見ようというんでスタンフォードに行ったんです。ところがアメリカでもその頃新しい顕微鏡や何かは光学機械の会社と大学が直接提携して，売り物ではないが，いい反射顕微鏡を作っていたんです。そこへ行って療養かたがた一冬スタンフォードで暮したんです。しかし，私の目的はそこじゃなく，カーネギーのジオフィジカルラボラトリーであって，あそこの工員でもいいから，行きたかったんです。ところが坪井先生も断わられたんですが，カーネギーに行ってアシスタントでもいいと言ったんだが，やはり断わられたんです。それでカーネギーに行けない。そのころシュナイダーヘーンが反射顕微鏡の本を出していましたから，それでまたアメリカへ帰ってくるつもりで，往復切符を求めひとまず，シュナイダーヘーンのところへ行ったんです。ところがその頃戦後でドイツの大学は全然なってなくてね。要するに先生たちは食えないんです。それで先生たちは講習会を主催してね，それで教授の名儀で会員を募集すると講習を受けるのは大部分外国の留学生なんです。その当時としては在留日本人はドイツの金に余裕があって，行ってみると助手が1人いて，何もしてくれないんです。それからシュナイダーヘーンもここにいたってしょうがないという。それに彼は新しいものずきで，リーゼガングの研究に興味を持っていた。それでシュナイダーヘーンはリーゼガングはいま食べられないでいるんだから，彼に頼んで研究したらどうだというので，リーゼガングをフランクフルト大学に訪ねた。そうすると，リーゼガングはこんな大学にいたってしょうがないからといって，彼はドイツの落ちぶれた男爵の邸宅を借りてくれて，その応接間を実験室に改造して，そこで実験をやることにした。そうして，彼が1日おきに来て，そこの実験室でいろいろな指図をしてくれたんです。それでぼくは夜通しやったこともある。坪井先生がよく言ってくれるが，「あんた大晦日も夜通しやってた筈だな」といった調子だったん

です。そこは気楽でよかった。金の心配は全然ありませんし，大きな住宅の家賃も私の実験経費から払って，それでも余ったんです。そういうおかげでリーゼガングの方法を覚え，多少新しい事実もわかって来て，ドイツに長居して，往復切符の期限上，3月一杯にアメリカに帰らなくてはならず，イギリスには短期間しか滞在出来なかった。イギリスは丁度，ハーカーがおって，これは大きい刺激になりました。彼はいろんなことを教えてくれたんです。このような次第で，ドイツも殆んど見ないし，フランス・イタリー・スペインなども訪問しないでアメリカに帰って来た。アメリカへ帰ってきてリンドクレンを訪ねたら，彼はその頃他の大学や何かへ出張でね。たいして世話になる機会がなく，反ってマーウィンとか何かのほうと親しくしました。あのエスコラなんかもカーネギーでことわられた組です。ことわられた2人でカーネギーを見学に行ったんです。ボーウェンはその時いなかったがマーウィンは所長に無断で実験室とか見せてくれた。丁度その時は坪井先生もそこにいた筈だが，やっぱり見学だけでね。そして僕が先にニューヨークに行ったら，坪井先生があとでニューヨークに来て一緒になった。だから坪井先生と僕はヨーロッパからしょっちゅうあとになり先になり，歩いてきたんです。そしておそらく坪井先生もカーネギーが目的じゃなかったかと思う。まあカーネギーは魅力があった。ニグリのところへ行きましたが，彼はほんの理論だけでね，実験設備などは何もなかった。後で鈴木 醇君があそこへやってこられたんだが，その通りであったようだ。ドイツは全然だめだったんです。アメリカはカーネギーに任したっていうか，カーネギーを出てシカゴへ行ったハッサンとか，多くのカーネギーを出た人が他の大学へ行って同じような研究を始めたばかりでした。

だからアメリカじゃ結局，反射顕微鏡と物理化学の実験を見て来ただけだったんです。しかし向こうは電気炉でも何でも電話一つでいくでしょ。日本とかけ離れていて，これはとても日本に帰ってもまねできないって感じを持った。他方リーゼガングのところでやった拡散は日本に帰ってもそのままやれる。ところがその真似を帰国後やっていて，うまくいかないでいるうちに，戦争に傾斜し，研究を継続出来なくなった。しかし例えばその頃鉱床のほうでは加藤武夫さん始め，交代現象ということに重きを置いていた。そうすると岩石の中へ鉱液がどう入っていって，どう交代するのか，そういう理論的なほうは一寸も考えていなかったんですね。それで一体鉱液というものは岩石の中にどう入るのか，そういうことをやろうとして私は拡散をやったんです。材料を種々に使ってやったが，当時も，また現在でもある意味で参考になる結果が出ていると思います。たとえば鉱床の母岩の変質では外側からはじまり順次内側へ進行することが考えられている。ところが私の同時累帯構造というのは，アメリカで少しデータがありますが，母液が岩石の中にデフューズしていくと，1回でゾーンニングができるんです。たとえば銅，鉄，亜鉛の混合溶液をデフューズさしていくとその間の交代の強さによって一番先に鉄のサルファイドが外側に，亜鉛がその次に，銅はその内側というふうにゾーンができて，ゾーンがそのまま外に進んで行くんです。だからそういうことは今でも他の材料で誰か実験やってくれるといいと思うんだが。そうじゃなくて，もっと簡単なソリュービリティの問題が，いま大分やってますが，まだその割に進んでいませんね。僕は吉木文平君に頼んでサルファイドのセグリゲイションの実験をやろうとしたが，低圧では駄目なために，サーモスタット付の高温高圧実験装置を3カ年続けて申請したが，そんなことを鉱物の教室でやることがないという文部省の意向で，予算は通らなかった。吉木君なんか，道具もなしで，ソリュビリテイを測れといっても無理だといって，逃げ出しちゃったんですよ。

南部　話がもどりますがシュナイダーヘーンの研究がラムドールにつながるわけですね。

渡辺　そうです。甚だ失礼だが，私の留学は神津先生が病気で倒れたんで貧乏籤じゃない，宝籤が回ってきて，その宝籤を使おうと思い金の余裕があるからドイツへ行ったが，ドイツはだめで，アメリカではその程度の金では何もできない，という状態でした。

湊　アメリカじゃ，どこか鉱山もご覧になりま

したか。

渡辺 鉱山は随分見ました。それがロッキー地方で4月から5月は鉱山廻りしたんです。ところがこれがまた日本と格段の違いでね。初めはグラスバーレーに行ってみると，2～3000メートル地下まで直接入るんです。みんな電車に乗ったままで。日本じゃ梯子で立て坑上がり下がりしてた頃ですがね。それからビンガムに行ったら，大きい露天掘りで，広軌で鉱石運搬列車が入って来て，いまじゃ日本でも珍しくないが，採鉱を露天掘りでどんどんやって，あのスクレッパーで積み込む。それが20分位で，グレートソルトレークの近くの製錬所に入ってきて，すぐ機械でどんどん製錬に回してしまう。撫順炭鉱の露天掘りの話は聞いたが，そんな事日本じゃ全然真似もできない。あとはロッキードやレッドビルへ行った。あの頃は戦後でね。アメリカの鉱山もどっちかというと大きい鉱山はやめていたんです。レッドビルじゃ鉛・亜鉛がその頃重要になってきて。レッドビルで一番驚いたのは僕が名刺を出して事務所へ行って，「こういう訳で鉱山を見せてもらいに来た」と言うと，「それはいい心掛けだ，日本の学者が来ると都会の大学には行くが，鉱山なんかにめったに来てくれないんだ」といって喜んでね。早速マネージャーが自ら案内すると言うんです。ほかの連中はみんな持ち場を持ってるが，マネージャーは特別の持ち場がないから案内するということのようでした。マネージャー専用の電車があって，自分で運転して，「おまえこの助手台に乗れ」と言って電車に乗ったまま鉱脈の切り羽まで行って，写真撮らせたり，すっかり見せるんですよ。そしてボタン一つ押すとその電車，電車といっても機関車だけですけど，下のレベルまで行って，またボタンを押すと乗ったまま，今度は鉱脈が連続する状態が見れる。まるで別世界でね。みんなそんな調子で鉱山は見学しましたが，日本とは時代が離れててね，直接応用出来なかったです。ただその後，日本もその通りになってきました。だから南部先生の頃はどうだか知らんが，僕は講義のときいつも40分だけ講義して，あとの20分は雑談して，「おれが講義してるような事は君ら卒業する頃は古くさくて駄目になるが，雑談で言ってるような事は反って君ら卒業した頃役に立つんだから，ノートするなら雑談の方をノートしろ！」なんて言ったこともありますがね。今こんなに声が汚なくなって——汚ないのは昔からなんだけどその頃声が高くってね。僕が講義している時，学生が遅刻してくると隣の準備室で講義聞いていて，それでちゃんと筆記なんかしてくれてたもんです。僕の方はノート持ってないんだが。

湊 一寸話が戻りますが，その頃日本の鉱床学では，金属鉱床も石炭石油鉱床も一緒にやっておられたんですか。

渡辺 いやそうじゃなくてね。丁度石油では，さっき言いました伊木さんが中心になって地質調査所で盛んにやって，それを東大の卒業論文で東大の卒業生もやっていた。しかし卒業後は採鉱に行ってしまった。地質鉱物の方では応用地質ということで加藤武夫先生が鉱床地質学を教えられた。ところが高橋純一君が金沢四高でケロジン質という油母頁岩を化学的に処理する実験をやっていた。それで神津先生が早速高橋先生を，渡辺が留学するとその間だけ助教授の席が空くからというわけで呼んで来たんです。その頃は助教授の席なんかある程度うまくやれたんです。帥にして分離する時に地質古生物が1講座で岩石鉱物と鉱床の2講座になり，助教授の席が二つあったので，高橋純一先生を早速こちらの助教授にお願いして，石油鉱床学は初めは鉱床学の一部としてやっていたんです。

ところが私が帰ってきてから，時局上，石油鉱床が非常に大事になって，簡単に高橋先生の石油鉱床学も独立の講座になり，岩石鉱物，金属鉱床および石油鉱床で3講座になったんです。更に戦争中に石油が非常に大事だというんで，油田機構学という講座ができたんです。それで高橋純一先生が油田機構学を，新任の八木次男先生が石油鉱床学を，そして私が金属鉱床学を持って，鉱床学3講座の時代さえあったんです。戦争がすむと油田機構学がつぶされ，かわりに鉱物岩石学講座を二つに分けて，鉱物学講座と岩石学講座に，それに金属と石油2講座の計4講座になったんです。その状態が今に続いているんです。

まあ，鉱床学という言葉はドイツではかなり以

前からあったし，日本では渡辺　渡先生のころすでに鉱山学科の１科目としてあって，私ども学生時代の時間割りにもあったが，この教室はお話したような経過をたどってきているのです。

東北大学に地質学教室ができた頃には京都にはそういう教室はなく，ただ地質出の小川琢治先生が文学部の地理学の講座を持っておられ，その後に中村新太郎先生なんかで，京都にも地質鉱物の教室ができた。松原　厚君が地球化学，それから松山基範君が地球物理をやって，地球物理と地球化学を京都では主にやられたんです。ところがいつの間にか，また地質鉱物の範囲が狭まって，地球物理は独立してしまいました。京都のほうの講座が今どうなっているか知りませんが。そして北海道大学は初めから地質・古生物・岩石および鉱物があった。北海道の応用地質はどうなったか知りませんが，福富先生が鉱山学科でやっておられたようです。

湊　東北大学では理学部と工学部の鉱床講座の関係はどういうふうに‥‥

渡辺　工学部のほうはよくわかりませんが，資源工学科の中に講座があるようです。

南部　あれは戦時中のことです。当時鈴木廉三九先生は選研で応用鉱物の部門担当をしておられましたが，時局がら工学部に鉱山学科が必要であるということで，鈴木先生が中心になって運動され，昭和19年に創設されましたが，同時に鈴木先生は工学部に移られました。戦後，仙台工専も東北大学に合併され，工専の地学関係の江口先生が鉱山工学科に移られ，結局鉱山工学科には第一講座（金属鉱床学，応用鉱物学）と第七講座（応用地質学，非金属鉱床）という二つの地学系講座を持つことになったわけです。その後鉱山学科が時代の要請で資源工学科に改名されたのは御承知の通りであります。

渡辺　ああ，そうそう。

湊　そうしますと，工学部のその方面よりも選研のほうが先ですね。じゃ例えば東大を例にとりますと，理学部に応用地質学講座，そして工学部の鉱山学科で鉱床関係の講座という関係は，東北大学では岩鉱教室と選研というような恰好で動いていたのですか。

渡辺　初めの工学部というものはね，高等工業のほうの電気と機械が主だったんです。仙台高等工業の鉱山学科は秋田鉱専に移ってしまってある時期無かったんです。つまり工学部の鉱山学科は高等工業の鉱山学科が昇格したものではなくて，工学部の鉱山学科は鈴木廉三九君が戦争中に新しくつくったので，かえって選研よりあとです。

湊　そうですか。で，選研のほうでは鉱山開発，それから探鉱，鉱床調査ですね。

南部　それは本来的にはそういう計画でなかったわけです。最初から鉱物関係２部門を作ろうというようなことで，１部門は天然鉱石の評価の問題，それからもう一つはセラミックスを含んだいわゆる鉱物工学という二つの柱だったんですが，一つしか通らなかったので，それを応用鉱物学研究部門と名づけ，主として金属原料鉱物を研究することとし，それがいままで続いてきたのです。渡辺先生も以前は併任の教授であられたし，神津先生も一時そうだったわけです。

渡辺　理学部の関係教授全員がその講座を併任していたわけです。

湊　そうですか，秋田と東北大学の今の関係など初めて伺いました。

渡辺　秋田に鉱山専門学校があるから，仙台工専の講座はなくてもいいということになり，それだけじゃなく，他の学科が総て，東北大学工学専門部になって，完全につぶされた期間がある。ところが中堅の技術者も必要ということで，二代目の高等工業ができ，それが戦後また大学と合併したんで非常に複雑だったんです。学会には関係ないが，たとえば東北大学の今もそこにある講堂なんかは高等工業の予算で大学の講堂を作ってみたりね。私どもの頃は行政機構がそう完備しておりませんでしたから。

湊　東北大学が出来る最初から理学部として‥‥。

渡辺　理学部は初めからあった。ただ講義だけは，予算の都合で１年遅く，44年に始まったんです。講座は初めから３学科３講座だったんです。

湊　それで最初から場所はここだったんですか。

渡辺　いや場所は違います。最初は理学部だけ

ですから。東北大学は初め理科大学と農科大学があったんです。それで農科大学は北海道の札幌農学校が昇格して，東北大学農科大学にしたんです。そして東北大学理科大学はどこにも場所を作る事が出来ないので，二高の隅の運動場の一部を小さく仕切って，理科大学にしたんです。そうしてその頃の医学専門学校は東北大学医学専門部にし，それから高等工業学校を工学専門部にしたんです。そうしてそれらが大正7年，8年に医科大学，工科大学になって，3科になって，それから大正10年に法文学部ができ，もとの大家さんの二高をばらしてその後を占領したんです。だからここはもとの高等工業学校の建物です。もっとも建物は焼けたから，いまは残っていませんが。それで土木や建築は初めは工学部に合併しなかったんだ。おかしいんだ。つまり，一ぺんつぶして土木，建築は新しく，またいま一つ高等工業学校が出来た形になるんです。私は高等工業の土木工学科を持ったことがあるんです。ただし，それは神津先生の助手をやってる頃だからね。9時からは教室へ来なくてはならない。朝8時と9時の間ならいいという条件で，辛らかったですよ。家に帰るのは2時過ぎでしょ。高等工業に8時まで来て，そして9時にはちゃんと教室に来なくちゃならないんだ。そうすると神津先生は歯みがきくわえて，「きょうは君——寝てて考えたんだがね——こいつやんなくちゃならないから，急いでやんなくちゃなんないぞ」ということで，すぐこっちに取りかかる。ともかくその頃は先生2人（矢部，神津）とも教室に寝てるんだからね。

湊　ちょっとまた前に戻りますが，私ども伝説的に伺っております佐藤伝蔵先生ですね。私どもくらい——まあ南部先生もそうですが，古いグループは佐藤伝蔵先生の「大鉱物学」，それから「岩石地質学」，ああいう本を読んでるグループなんです。で，あの中に日本の鉱物岩石の産地が必ず入っておりますね。元はおそらく外国の本だろうと思うんですけど。

渡辺　いや，あれは和田維四郎さんの「日本鉱物誌」の古いやつに出ていましたから，産地や何かはあれからとったんです。それから小藤先生の頃の古い卒業生は高等師範は，ある意味で高等学校と大学の間みたいで，いい卒業生が高等師範に行ったんです。山崎直方さんとか，脇水鉄五郎さんとか。そしてあの本は，正直言うと，先生の講義を台にして，ローゼンブッシュなどの原著を参考にして，原稿は私が書いたんです。だから「理学博士渡辺万次郎君の助力を感謝する。——理学士佐藤伝蔵」と序文に書いてありますよ。私はあれで勉強したんです。

南部　あれには佐藤伝蔵先生は東京大学を明治28年にお出になったと書いてありますが。

渡辺　そんなあとだったかな。そして東京大学の講師を兼ねてたんだ。神保さんがその前に鉱物にいって，鉱物学講座を神保教授が担当していた。小藤先生があまりえらいからね。それから横山先生は化石の本当に狭まーい範囲に，何というか引っ込められていたんですよ。横山先生なんかもう，日立の倶楽部で一緒になったときに，一晩中小藤先生のことこぼしていた。

南部　矢部先生とか神津先生はあまり講義はされなかったんですか。

渡辺　いや，矢部先生は講義したんです。スラスラとした講義で。いまあの火山学の講義を思い出してるんです。あの火山のノートどうなったかなあ。世界の火山をずーと講義して。それから地史の講義だって上手でしたよ。長いことやられて。そのかわり1年かかってどこまでいったかな。トライヤスあたりまでいって，しまいになっているんです。しかし早坂君等はそのあとまた続いて聞いている訳です。講義を聞くときは，学級の区別ほとんどなかったから。あれが坪井先生もこの前書いて下さったが，大学が違っていても学級が違っていても，そんなことは同じ学友という感じしかなかったですよ。

湊　先生の「一月」のお話*にもありましたし，坪井先生のお話にもありましたが，そのころしょっちゅう東北大学の方と東大の連中とがお会いになっていられたようですね。

渡辺　ええ，しょっちゅう会ってました。

湊　お休みなんかがやはり多いんですか。休暇

---

* 1979年1月31日東北大学理学部講堂における渡辺万次郎先生による日本岩石鉱物鉱床学会五十周年記念式典特別講演

中に両大学のスタッフ・学生などが一緒になるなど。

渡辺　いや，その頃は休みは自由だったというと変だが「先生東大行ってこの本見てくるから」なんて言うと「よしよし」っていってね。私が，アラゴナイトで鹿塩に行くっていうと，ああいい機会だから，それじゃ大湯先生の鹿塩ナイスの論文があるから，君ついでだからという調子でした。要するに学生と助手の間の区別なかったんだねえ。「君，それじゃこれを調べてきてくれ」なんて言って。そしてそのかわり旅費を出してくれてね。だから私は夏休みは全部うちにいなかったな。

湊　その頃仙台——東京間の汽車の時間だとか旅費はどれくらいでした。

渡辺　旅費は覚えてないが，時間は12時間かかった。それでそのうち8時間になった時は早かった。

湊　その頃東北線は青森までもう行っておりましたか。

渡辺　ええ青森まで勿論行ってました。東大に行って東京の人たちに触れてくるのがまたこっちの何というか刺激になりました。要するに講義で知識を得るんじゃなくって，全体のその，東大の雑誌会（多分地質談話会）もそうだったらしいが，学会の先輩に触れてそこから得る。さっき地学協会の話は全然出なかったが，その頃地質学会というのは東大の地質の卒業生が中心をなしていたが，地学界全体じゃ，例えば田中阿歌麿さんとか，外国で地質関係の仕事をやってきた人がありますが，そういう広い範囲を包括したのはむしろ地学協会のほうが範囲が広かったんです。いまの地質鉱物は勿論，地球物理，火山，それから地理も地学協会でやってたんです。それで夏休みには地学協会主催で講演会や実習旅行を開いてね。たとえば大正14年には陸地測量部の木村さんと私が講師で有志が丹沢山に登って露営し，天体観測をやったり，富士五湖をめぐったり，そういうことを地学協会であの頃やっていた。広い範囲で。地質学会はむしろ範囲が狭かったんです。いま，「地質学雑誌」と「地学雑誌」と，ある意味で並行なような感じがしておりますが，初めは地学協会は日本全国の地学のクラブ的会議で地質学会は東大の地質学教室を中心にした職員，学生，及び卒業生の会っていうような格好でしたね。そこが範囲が違ってた。

湊　あとは岩石鉱物鉱床学会ができましたころのことを少し伺えれば‥‥。

渡辺　それがさっき言いましたように，地質古生物を主にする教室と，岩石鉱物鉱床を主にする教室と出来て，「地質学雑誌」だけじゃ足らなくなったんです。勿論，ある意味で両方接近してきた部分が大分出来てきましたが，その頃は旗色がはっきりした別の雑誌のほうがいいという希望が強かった。それで神津先生が中心になり，それに東大でも坪井先生始め，伊藤君，北海道の鈴木　醇君というような，いままでの地質古生物にはあまり深入りしていない岩石鉱物専門の学者が沢山賛成され，そして外国でも両方独立した学会があったので日本でもいま一つ学会があったほうがいいだろうということもあって，昭和4年のはじめ岩鉱学会が創設されたわけです。

それから火山学会がそうでしたね。あれは京都が出来てからだから，一度出来て何べんも形を変えたり中断したりした。地質古生物学会もあるんだろう。雑誌は出してないが。

南部　日本古生物学会です。学会誌も出ています。

渡辺　あ，日本古生物学会だったか。私個人として残念なのは地質古生物，岩石を含めた地学全体にいま少し物理化学にすぐれた人がおったら，地球化学は教室として独立してますね。いまも仙台には地球化学教室はないが。そういうのはむしろ地学のほうから発展して行くべき学科じゃないかと思うんだがね。われわれはそっちのほうが岩石鉱物の研究に必要だといっても，設備もないし，腕もなかったですよ。高根君なんかも伊藤君なんかも結晶構造の理論は十分できるが，実験になると不便が多くって。伊藤貞市君なんかどっちかというと理論が主になってしまいましたね。その理論を裏づける実験はなかなかのようでしたね。

湊　そうですね。伊藤先生が実験をやっておられるのはほとんど見ませんで，計算と理論です

ね。

南部 岩鉱教室にX線の発生装置が入ってきたのは高根先生が来られてからですか。

渡辺 ええ，来られてから。その前は金研の装置を借りてたんです。

南部 金研には先程の遠藤先生がおられて，あれは教室より早く入ってたわけですね。回折現象がみつかったのは1912年ですから，数年後には入ってきたんでしょうかね。

渡辺 そう。金研は早かったんです。本多先生がおられたから。

南部 選研には私が入ってからですから，昭和22，3年です。

渡辺 ええ，ところがそれも使いにくくなったんです。遠藤君が協力して，正直言うと，あんまり手伝って，本多先生のウケ悪くなって，後年転出された。

それから楽しかったのは学会を朝鮮だとか満洲でやったんです。これが楽しかったんです。一生の思い出です。朝鮮で金剛山の旅行なんか，あの頃の学者はほとんど全部一緒だったからねえ。

湊 殆んどの地質鉱物の方が出かけたわけですね。

渡辺 ええ。金剛山の旅行なんか，坪井先生は勿論，鈴木先生，木下先生，それから京都でも田久保君とか若い人も沢山行った。本間不二男君なども。

湊 そのころ，そういう方がお若いわけですね。

渡辺 ええ，そうだった。(笑)

湊 朝鮮の旅行は何日間くらいだったんですか。

渡辺 その金剛山の旅行は三泊だな。学会は長いが。

湊 京城大学で‥‥。

渡辺 ええ，京城大学でやって。

湊 それは地質学会でございますか。

渡辺 ええ，地質学会。それから満洲でもありました。朝鮮が昭和10年で，満洲は15年じゃなかったかな。大東亜戦争勃発前だから。私が外国，アメリカに行ってるうちは仙台鉱山監督局の技師であられた木下先生にここの講義を依頼した。「ともかく，東大はすべて何というか，おとなの大学というかな。すべて整頓した明治時代の大学です。私のいたここは赤ん坊だからね，先生も生徒も勝手にやって。いや羨ましい時代でしたよ，いま思うと。独立会計で，月給や何かも文部省の関係じゃないんだからね。こっちに特別の予算配分になって，その中から適当に‥‥。大湯先生なんか帰っていたらもっと発展したんだろうが‥‥。

南部 大湯先生はどなたのお弟子さんで，どういうことを，どの先生に教わったわけでしょうか。

渡辺 やっぱり小藤先生の弟子で，鉱床のことなんかは聞いていないらしいんだが。

南部 独学ですか。数学とか物理化学とか，そういうのが得意だったわけですか。

渡辺 いや，それもそうじゃないが，頭が非常に進んでた人だね。小藤先生の阿武隈山の報告なんか見ると，その頃の外国の雑誌よりもぬきん出てましたよ。それは偉かったです。ただ鉱山に関してはね。何ていうか，ばかに潔癖すぎたんだね。(笑)

特別に学術的に必要あって遂安鉱山の岩石を研究したってことを，特別に書いてますよ。鉱山に行ってそこで一生懸命鉱山の探鉱にまで関係した，なんて言ったから小藤先生にしかられたですよ。学者ってものは営利に関係してはいけないって。

南部 そういうお考えは矢部先生などもお持ちじゃなかったんでしょうか。

渡辺 矢部先生もある程度持ってたから，佐川先生と疎遠だった。それでさっきもちょっと出た，日立鉱山あたりに小藤先生が来ないで，横山先生が来るんだからね。

湊 じゃ，大分時間もたちまして‥‥。ありがとうございました。 (1981年9月7日受理)

地学雑誌 90, 6 (1981)

蒙古地向斜東部の地史的考察

小 林 貞 一

The Geological History of the Eastern Part of the Mongolian Geosyncline

Teiichi KOBAYASHI

Abstract

The biostratigraphy of the Khingan-Sungari area in Northeast China was greatly advanced very recently by Chinese geologists and palaeontologists. With the discoveries of Lower, Middle and Upper Cambrian and various Ordovician fossils it is now warranted that the Mongolian geosyncline was extended through the area already at the beginning of the Palaeozoic era. The silurian and later Palaeozoic sequence and its local variation are summarized and shown in two tables.

With reference to the geology of neighbouring areas the history of this part of the geosyncline is discussed. The intrageosynclinal vulcanism, mostly basic to intermediate, was often repeated there. During the Permian period sea retreated so extensively that the area turned out land completely by the end of the period. Land plants mostly of the Angara flora and *Palaeomutela* and other naiads are widely distributed there in the continental Upper Permian deposits. No Lower and Middle Triassic formation is as yet known from the area. In the eastern extension of the Lesser Khingan range in the Soviet Union, however, the marine Permian formation is overlain by the Skytic and Anisic formation conformably or disconformably.

Near the eastern border of Province Chilin as well as in East Transbaikalia the folded mountains of older rocks are overlain by the marine Upper Triassic formation with marked discordance. These Permian and older formations are widely intruded by the Permo-Triassic granites. Therefore the Mongolian orogenic zone is definitely younger than the Variscan or Hercynian mountains of Europe. It is now well asceriained that its architecture was completed at about the same time with the Triassic Akiyoshi mountains in Japan.

I. 序 説

ウラル山脈とベルコヤンスク山脈との間の欧亜大陸の主部は，これを大観すれば北から中部シベリアのアンガラ楯状地を代表とする大きな原剛塊，次ぎにサヤン・アルタイ・天山等を含む内陸造山帯，更に南に中朝雑塊 (Heterogen)その他の諸地塊が褶曲弧で繋がれた網状の構造帯，そしてその南と東の周縁造山帯からなる。ここのアジアの周縁帯はその南側でゴンドワナの崩壊によって生じた印度半島・アラビア半島などの断片的地塊と接触している。上記の内陸造山帯の前身を広義の蒙古大地向斜と呼ぶならば，これは欧亜大陸の第一義的地質構造区である。この地向斜内では北

から南へ，また西から東へと造山運動が展開して来たもののようである。

蒙古地向斜東部とは南へ凸なその弧の東翼で，大約東経105度以東を占めている。ここではそのうちの興安・松花江地区における中国地質・古生物学者の最近の顕著な研究結果を抄録し，併せてその隣接地域の地質を参照して，本地向斜東部の地史的考察をしてみる。その本論に入るに先きだってまず前世紀後半以降のこの地域の探究史を简記する。

中国東北地区すなわち満洲の地質調査は F. V. RICHTHOFEN が1869年に營口・大孤山・本渓湖・山海関を踏破したのに始まり，南満洲の地質は1907年に満鉄の地質調査所が開設されて以来著しく進歩した。中北満では W. A. OBRUTSCHEW は1892～94年の中央アジア・北支の探険中に北西方のホロンバイルに達している。翌1895年から E. AHNERT の踏査が始まり，ここに論ぜんとする興安一松花江地域の概要は AHNERT のロシア極東と北満の地形地質の素描（1928）によって初めて紹介された。RAU VACH（1934）の review にはその後数年の歩みも収録されている。同年（昭和9年）遠藤隆次は満洲の地質と鉱産（初版）を著し，南満洲の地質を詳しく記述した。

その後満鉄地質調査所の満洲南西部，北東部，北西部，北部の地質及地誌の4冊が昭和12年3，5，7，12月と相継いで印刷され，翌年には百万分の1の満洲地質及び鉱産分布図も出来，中満までが塗色され，昭和15年の300万分の1地質図に至って初めて全域とその四辺が塗り上げられた。同年斉藤林次は満洲の古生界層序を南満・北満の2型に分け，北満型古生界には南満型層序の如き寒奥両系と太子河系の間に大間隙がなく海成相が二畳石炭系まで持続していることを強調した。

この問題の中北満古生界の化石の古生物学的研究は大興安嶺南部の索倫産二枚貝巻貝の記載に始まる（1931）。これらは二畳石炭紀浅海相のものであるとしたが，現在では二畳紀と定められている。爾後10年して張麗旭は索倫の直接北方，哈海河畔で新に二枚貝を発見し，翌々年二畳後期の陸水棲の6種が記載された（日本地質地理輯報18巻，1942）。それのみならず1940～45年間には生層位学上の貴重な事実が相継いで発見された。すなわち志留・泥盆両紀を含む中上部古生代化石層の発見，中満明城区の石炭紀吉林層や大興安嶺南部の二畳系の調査，満洲東南隅の豆満層中の二畳紀開山屯フローラなどの研究がある。昭和42年には，所謂北満型古生界に対して野中淳一と共に私は満蒙層群を提唱した（本誌54巻，1942）。また，同年に私は蒙古地向斜の秋吉造山輪廻と黒竜江地向斜の佐川造山輪廻を論じた（学士院紀事18巻）。そして1971年には，その後の日本のみならずソ連や中国の文献をも参照して The Manmo Group of the Mongolian Geosyncline in Manchuria and Adjacent Areas を執筆した。浜田隆士が小興安嶺の泥盆前期腕足類の大著を公にしたのもこの年である。

爾来私は日本産三葉虫の浜田との共同研究中に蒙古地向斜の生物古地理的重要性を考察して来たが，直接に取扱った化石は小興安嶺の泥盆紀雷竜門層の小資料のみであった。最近の中国の地質学者や古生物学者の興安一松花江地域の調査研究は非常に活発で，その成果は甚だ顕著であるので，これを参照して標記の主題に就いて再考を試みた。ここに論ずるように興安・松花地区は日本の秋吉山脈と同時代の褶曲山地である事が愈々確実になって来た。本地域と西北側に接する蒙古人民共和国，また同地域を北と東から抱くソ連極東における最近の新知識については，文献の入手あるいはその読解が甚だ困難であるが，他日出来得れば新知見を渉猟して考察を外延に敷衍したいと思っている。

II. 興安・松花江区域における最近の生層位学的進歩

この地域における層序論上で最近の最も顕著な収獲は寒武紀3世の化石発見によって全顕生層序が揃ったことである。大興安嶺中部詳しくは吉林省北西隅の伊爾施で黒色石灰岩中に Lenaian（下部寒武紀後期）の古杯類が発見された（郭胜哲 1981）。また小興安嶺では伊春市五営区の板岩石灰岩層中に中部寒武紀の *Kootenia*, *Proerbia*, *Inouyina* が含まれていた。そして更に黒竜江省呼瑪県安娘娘橋では寒武後期の *Obolus trigonalis* が，遼寧省喀喇沁旗では鳳山期の *Billingsella* が

見出されている。

奥陶系ではトレマドック階は不明であるが，大興安嶺南部の東烏珠穆泌旗地区では火山砕屑岩厚層中に *Bathycheilus perplexus*(BARR.)や *Ceraurinus*, *Isoteloides* が発見されアレニグ上部乃至ランビルンと考えられている。内蒙の東蘇旗でも類似の厚層中に大湾期の三葉虫が含まれていた。

黒竜江省嫩江県の関烏河組は砂岩・板岩・石灰岩からなり *Remopleurides*, *Lonchodomas*, *Pompeckia*, *Ceraurinella*, *Amphilichas* と共に頭足類・腕足類・蘚虫類を産し奥陶中期とされている。その上に位する多宝山組は火山砕屑岩からなり *Paurothis*, *Phyllograptus* を含んでいる。その上に重なる裸河組は酸性火山砕屑岩を主とし, *Encrinuroides*, *Sphaerexochus*, *Cheirurus*, *Platylichas* と共に腕足・頭足・蘚虫・珊瑚等を産し，宝塔—臨湘期のものとされている。最近烏奴爾地区で，石灰岩中に *Catenipora* や *Dalmanitina* が見出され五峯期と考えられている。

第1表 内蒙松花江区域の地層区分

時代		地層	厚さm	主要岩石	代石
二畳紀	新期	紅山組	558	硬砂岩・頁岩(礫岩)	*Comia*, *Noeggerathiopsis*, *Palaeomutela*
		五道玲組	2,220	酸性・中性火山岩・タフ	*Callipteris*,*Comia*, *Supaia*, *Palaeomutela*
		三角山組	830	千枚岩・玢岩・砂岩	*Crenipecten*, *Lobatannularia*, *Fascipteris*
	旧期	柳条溝組	2,307	石灰岩・砂礫岩	*Yabeina*, *Leptodus*, *Sphenopteris*
		四甲山組	24	石灰岩	*Monodiexodina*, *Lophophyllidium*, *Neuropteris*
		高家窩棚組	1,900	安山岩・石灰岩・流紋岩	*Parafusulina*, *Schwagerina*
石炭期	後	石嘴子組	1,000	頁岩（凝灰質),石灰岩	*Pseudoschwagerina*, *Triticites*, *Angaridium*
	中	磨盤山組	762	石灰岩	*Fusulinella*, *Ozawainella*, *Rhodea*
	前期	鹿圖屯組	4,232	砂岩・火山岩・石灰岩	*Eostaffella*, *Dibunophyllum*
		北通気溝組	212	雑色砂岩	*Zaphrentites*, *Phillipsia*, *Syringothyris*
泥盆紀	後期	上大民山組	188	火山岩・砂岩・石灰岩	*Platyclimenia*, *Trimerocephalus*
		下大民山組	83	凝灰質砂岩・角礫岩	*Hexagonaria*, *Thamnopora*, *Alveolites*
		大河里河組	321	粉砂岩（硬砂岩）	*Cyrtospirifer*, *Phacops*
	中期	根里河組	225	粉砂岩・泥岩	*Mucrospirifer*, *Thamnopora*, *Gravicalymene*
		烏奴耳組	683	石灰岩（粉砂岩岩）	*Favosites*, *Heliolites*, *Thamnopora*
	前期	霍竜門組	439	砂岩・泥灰岩(礫岩)	*Howellella*, *Paraspirifer*, *Pleurodictyum*
		金水組	525	泥砂岩(硬砂岩)	*Coelospirifer*, *Howellllella*, *Paramerista*
		罕達気組	643	中性基性火山岩	*Syringaxon*
		泥鰍河組	1,085	板岩・砂岩(礫岩)	*Coelospira*, *Syringaxon*, *Reedops*
志留紀	後期	二道溝組	361	砂頁岩・石灰岩	*Tuvaella*, *Spongophyllum*, *Encrinurus*
		臥都河組	271	石英砂岩・板岩	*Schellwienella*, *Tryplasma*, *Cheirurus*
	中	八十里小河組	625	砂岩（中性基性火山岩）	*Meristina*, *Catenipora*
	前	黄花溝組	602	板岩・砂岩・硬砂岩	*Schizoramma*

志留系以上の古生界の内蒙，松花区の標準層序は第1表の如くである。志留紀には小興安嶺では *Tuvaella* の存在が，また吉林中部，遼寧北西部では *Striispirifer* と *Idiograptus* が珊瑚や三葉虫を伴っているのが特徴である。二道溝組からは *Calymene* cf. *blumenbachi*, *Odontopleura* などが知られ，その下に位する張家屯組は *Coronocephalus* (*Paracoronocephalus*) *jiliense*, *Warburgella* ? *elongata* などを蔵している。小興安嶺西北部愛輝県西古蘭河沿岸では志留・泥盆両系が連続し志留頂部に *Lingula* sp. が，泥盆底部に *Plectodonta*, *Orthostrophia*, *Coelospira* その他の腕足貝がある。しかし臥都河組と泥鰍河組の間を満たすこれらの地層にはまだ名称が興えられていない。

泥盆系は大小興安嶺に最もよく発達している。その砕屑岩相に屢々火山性物質を伴い，石灰岩相は著しくはなく，腕足貝が特に豊富である。しかし上下の大民山組は石灰岩を挟み Frasnian の *Hexagoneria* や *Alveolites*, Famennian の *Platyclymenia* などを産する。東部の黒台層は砂岩・頁岩に石灰岩を狭み烏奴耳組に対比され Eifelian の珊瑚・層孔虫・蘚虫・腕足類と共に *Gravicalymene* を蔵している。

石炭系も広く分布しているが，就中吉林中部の盤石地方によく発達し砂岩・シルト岩・石灰岩からなり，5,000m 以上の厚さに達し4組に分けられている。北通気溝組は志留系上部の二道溝組を不整合に被っている。下部は種々の珊瑚を産し，磨盤山組には *Eostaffella*-*Pseudostaffella*, *Profusulinella*-*Eofusulinella*, *Fusulina*-*Fusulinella* の3紡錘虫帯が識別されている。その上の石嘴子組では *Triticites* が下部に多く，上部は *Pseudoschwagerina*, *Rugosofusulina*, *Triticites* を産し，本組は馬平期と考えられる。

大興安嶺南部の石炭系中上部の層序は次の如くである。

阿木山組　石灰岩，但し中部に砕屑岩　*Pseudoschwagerina* 帯

金河組　石灰岩にアルコース　*Triticites* 帯

本巴図組　上部火山岩・下部砕屑岩 *Fusulina*-*Fusulinella* 帯

吉林省東端の延吉地方では開山屯南西の山秀岑で13属20種の石炭紀後期腕足が発見された（李莉・谷峰，1980）。また内蒙古烏蘭察布盟阿木山区では石炭後期の紡錘虫が広く分布していて飛騨の *Pseudoschwagerina* 帯に対比されている（韓建修・1975）。

二畳系もまた本地帯に広く分布しているが，吉林中部に最もよく発達している。下部は海成層に陸成相を挟み，上部は陸成層に海成相を伴っている。下部の動物群には紡錘虫を主とするものと腕足貝が豊富で紡錘虫を欠くものとがある。前者は大興安嶺と吉林中東部に，後者は吉林西部・遼寧西北部及び黒竜江省東部にも分布している。

吉林中部の下部二畳系は砂岩・凝灰質砂岩・シルト岩に酸性・中性の火山岩とタフを狭有し，厚さは5,500m を算する。本層群は3組に分けられ下部の寿山溝組（340m）は栖霞階に，大河深組は栖霞上部に，范家屯組は茅口階に属することが紡錘虫によって明らかである。

中国の二畳紀腕足類は3古地理区に分けられ南北2区は天山・陰山を境とし，北区のフォーナは北方系であるが *Leptodus* その他の南方要素を混えている。南区はテチス系で，南西区のヒマラヤフォーナと北区のものは寒海性，テチス系のものは暖海性である。

吉林中部の上部二畳系の下段は火山岩層（1,380m），上段は半海成層で *Palaeomutela* その他の淡水棲二枚貝や *Noeggerathiopsis Paracalamites* 等の植物化石に富み，海成相には *Myalina*, *Aphanaia* などが含まれている。海成相は索倫に達しているが更に奥地には拡っていない。*Kolymia* はこの地とシベリアとの海水のつながりを示している。*Palaeodonta*-*Palaeomutela* フォーナは吉林省中部の九台県でも発見されている。

二畳紀フローラには2型あり，旧二畳紀の *Cardioneura* を始め *Gomia*, *Iniopteris*, *Zamiopteris* を伴うものはアンガラフローラに密接であるが *Comia*, *Iniopteris* と共に *Lobatannularia heianensis*, *Gigantonoclea acuminatiloba* などの石千峰種と混在するものがあり，新二畳紀にこの地方に広く拡っていた。

志留系以上の古生界の諸地域の層序区分と相互

第2表　興安嶺・松花江地域の志留-二畳系の対比表

系	統	組	興安嶺	張賓才嶺	内蒙草原	吉林延辺	那丹哈達嶺
二畳系	上統	紅山	陶海営子	紅山	染房地	間山屯	
		五道嶺	洪浩尔壜	五道嶺			
		三角山	林西	三角山	鉄営子		
	下統	柳条溝	柳条溝	土門嶺	黄崗梁	范范屯	
		四甲山	四甲山	玉泉		大河深	塔頭河
		高家窩棚	高家窩棚		青鳳山	寿山溝	
石炭系	上統	石咀子	阿木山	楊木崗	酒局子	石咀子	珍子山
				唐家屯			
	中統	磨盤山	本巴図		家道溝	磨盤山	
	下統	鹿圏屯			白家店	鹿圏屯	
		北通気溝	蘇尔根河	福興屯	朝吐溝	北通気溝	
			安清泰河				
泥盆系	上統	上大民山	上大民山				
		下大民山	下大民山	老禿頂子			老禿頂子
		大河里河	大河里河				
	中統	根里河	根里河				
		烏奴耳	烏奴耳			王家街	黒台
	下統	霍竜門	霍竜門	上黒竜宮	前坤頭溝		
		金水	金水	下黒竜宮			
		罕達気	罕達気				
		泥鰍河	泥鰍河				
志留系	上統	二道溝			下石碑	二道溝	
		臥都河	臥都河			張家屯	
					杏樹洼	彎月	
						石縫	
	中統	八十里小河	八十里小河		四道杖棚	下二台	
					晒勿蘇		
	下統	黄花溝	黄花溝		巴林橋		

の対比は第２表の如くなされている。

黒竜江省東端部すなわち完達山脈北部那丹哈達岭北部にはチャートや粘板岩を主とする古生層がある。河田は含放散虫板岩層と含植物化石砂礫岩層は不整合関係にあると考えていた。この上段の地層はその下部が火山性物質に富み清江層群(3000m)と呼びそのうちにノーリックの *Monotis ochotica* が含まれていた。上部は下部侏羅の三陽層群である。下段の含放散虫岩層も一時は中生代と考えられたが，最近紡錘虫や珊瑚によってそのうちに下部二畳系から中部石炭系までのあることが確かめられた。更にその下に層序が続き泥盆系に及ぶものと考えられている（中国地質科学院院報　1巻・1号　1979)。

III. 蒙古地向斜東部の地史的再考

本地区の層序は古杯類の発見によって寒武系下部まで遡ることが出来る（最近劉効良，1978は黒竜省の麻山層群中に震旦紀化石を発見した)。古杯類の化石はトランスバイカル東部やソ連沿海洲南部（烏蘇里・興凱瑚地区）でも知られていて，蒙古地向斜が本地区を通じて東西にアジアを横断していたことは確証された。上記のソ連２地区では中上部寒武系や奥陶系については詳かでない。しかし本地区におけるそれらの諸時代の化石の発見はサライール時階すなわち中国でいう興凱運動による大きな層序の間隙は少くとも本地区にはないであろうことを予告している。しかしまだ先志留紀層序は確立していない。

蒙古地質の最近約10年の進歩は不明であるが，その東北部 Kerulen 流域で古杯類が，東部で中上部奥陶系の珊瑚が発見されている。

内蒙・松花江区の志留系以上の古生界層序は第２表に示すように各統が認められ更にそれらの地域的変化も判明しつつある。全体として主に基性・中性の火山性物質を伴う厚い地向斜堆積物である。志留系は火山砕屑岩に富み石灰岩・火山岩を伴う3500m 以上の厚層で，介殻相が発達し，大小興安嶺・あるいは黒龍江・吉林両省更に遼寧西部，内蒙に亘って広く分布し，*Tuvaella* が特徴的な化石で一般には奥陶系とも泥盆系とも整合的であるというから，かつて志留系の一部から下の不明な部分を Infra-Manmo Group として，狭義の満蒙層群から区分したのは今日では適当ではあるまい。泥盆系にも中性火山岩類が多量に含まれ，また礁性石灰岩も発達している。それらは砕屑岩と共に厚層を形成し，岩相の変化に富んでいる。化石には底棲動物が多く，土着性のものと，欧洲北米等の要素とからなっている。

ソ連側では中部古生界は黒龍江上流地域に広く分布し，特に泥盆系が発達している。Argun 河域では泥盆系が古い古生界を傾斜不整合を以って被っている。そのうちにギベットの鮮虫・腕足類を産する。東では小興安嶺東部に分布している。沿海洲南部では泥盆前期と考えられる *Calymene* が発見されている。しかし上寒紀から志留紀までの化石は未だこの地方からは知られていない。造構史上で注目すべき一事として庫倫南東350キロの Khara-Ayrak ではギベット海侵後に変質旧古生界の間に地溝を生じて泥盆末乃至石炭初期の湖成層が堆積し，その下部は鱗木を産し，上部は酸性の火山岩を主としている。

黒龍江上流のソ連側にある Oldoi 河域の海成下部石炭系は，志留・泥盆両系を不整合に被っている。吉林省盤石地方でもまた下部石炭系が志留系を不整合に被っている。これら一連の事実はブレトン時階に準ずるこの地方の地殻変動を暗示している。

興安・松花江地区には石炭系が広く分布しているが，盤石地方のもの，所謂吉林層がこの地区の標準層序とされていて下部にはサンゴ，上部には紡錘虫を多産するが，稀に植物層を狭み，特に内蒙東部草原地区の酒局子組に豊富である。安山岩・中酸性凝灰岩・火山砕屑岩等は随所に挟まれている。

黒龍江中流のハバロフスク近傍では泥盆系から二畳系上部まで一連の海成層序のうち中部石炭系以上に種々の紡錘虫を産する。またそのうちにスピル岩その他の塩基性火山岩を伴っていて当時の地向斜の軸部を示している。これに反してトランスバイカルでは二畳系が基底礫岩に始まり，西では中部古生界の褶曲を被っている。東では変成板岩を不整合に被っている二畳系の上部はカザン階に達している。基底の巨礫岩に始まるカザン階乃

至中部二畳系は蒙古東北部に延びて2000～3000m の厚層をなし，酸性火山岩を伴っている。そのうちのフォーナは北方系で，蒙古南部乃至内蒙古の海域との間に陸地が介在していたと考えられる。

興安・松花江区域に広く分布する二畳系は興安嶺地区で下部が四千数百m, 上部が1万m 以上に達する厚層で，火山岩及び凝灰岩を多量に含み，また礫岩や粗粒砕屑岩がところどころに発達しているが，特に中上部に著しい。嘗つて大興安嶺南西部の中下部二畳系の西烏珠穆沁旗層が中上部二畳系の大布蘇諾爾層の基底礫岩によって不整合に被われていると報告された。同山脈中部の索倫層は二畳中期と思われる海棲貝類化石を，そして二畳後期の哈海層は陸水棲の二枚貝を産する。

本地区の二畳系の中下段は海成であるが，屢々植物化石を産し，上段は主に非海成で陸水棲の二枚貝と陸生植物が広く分布し，特にアンガラ型の植物群が大部分であるが，南部ではカタイシア型のフローラも産する。すなわち，本区域南東隅の所謂豆満層の二畳中期開山屯フローラが後者である。この中上部二畳系は南に延びて朝鮮の北東隅では初め碧域層と称せられたのであるが，これらの二畳系のうちには *Leptodus* その他の南方系の腕足貝を産する。

この地区と隣接するソ連沿海洲の南西部には二畳系が発達し，日本のものに近い紡錘虫や腕足貝を含む海成層であるが，しかしその最上部の Sitsinsk 層は礫岩を伴う夾炭層でクズネックフローラに属する二畳後期の植物化石を産している。この地方では二畳後期の Shmakovsk 花崗岩が上部二畳系に貫入し，厚さ250m のスキティック階と500～700m のアニシック階に被われ，両階は海の化石のみならず *Pleuromeia* を産し，厚さこそ薄いが確実に稲井統に対比される。また浦塩の北方では400～800m のラディニック階が二畳系を被っている。

これらの中下部三畳系の分布が狭いのに反して上部，特にノーリック階は広く分布し，Mongugai（蒙古街）ではカーニックと思われる植物層の上にノーリックの *Monotis* 層があり，この海成層の間にも植物層が介在していてその全体の厚さは約2000m で，美禰統に比べると薄く，また火山性物質を伴う点でも異なる。

この地方から北上すると興凱湖の北微西に黒龍江省宝清双鴨山の *Monotis* (*Entomonotis*) *ochotica* の産地がある。この産地は1958年烏蘇竜江地質調査隊が那丹哈達嶺区の清江層群と称し古期岩層を不整合に被い凝灰岩に富んだ 3000m の厚層の下部に発見したのであって，この含 *Monotis* 上部三畳系は現在では南双鴨山組と呼ばれている。

更に北上すると黒龍江中流地域の Khetin, Vandan 両河域では上部二畳系の上に中下部三畳系が著しい層序の間隙なく重っている。小興安嶺東部の蘇聯地域では上部二畳系を非整合に下部三畳系が被い，その基底に礫岩があり，下部は350m, アニシックは700～1100m，ラディニックは350m の厚さである。後バイカル地方で二畳紀及びそれ以前の古期岩層を不整合に被っている上部三畳系の厚さは 5000m に達し，カーニックの *Halobia* やノーリックの *Monotis* を産する。興安—松花江地域とこれを北と東から抱く地域の二畳三畳紀の層序を見ると造構史上最も重要な境界が三畳系の中上部間にあり，それは二畳系中のものやその最上部を限るもの，下部・中部三畳系の基底のものよりも遙かに重要である。

本地域では吉林層や豆満層が広く花崗岩に貫ぬかれている（河田・牛丸 1932)。TEILHARD DE CHARDAN (1940) は新疆から蒙古の間で石炭紀の天山花崗岩と二畳新期の蒙古花崗岩を識別して，前者が西部に後者が東部に広く分布していることを指摘している。BOBROV, POLEWAJA, SPRINZSON は蒙古の花崗岩類を奥陶紀末乃至志留紀初，石炭紀新期，二畳三畳紀，侏羅紀後期の4種に識別している。更にトランスバイカリアには白亜紀や第三紀の花崗岩類も認められている。更にこの地方の中生代の山間盆地の陸成層群を考慮すれば，トランスバイカル地域は三畳紀中，恐らく三畳紀後期前に山化し，造山帯の解体が始まっている。

興安松花地域の古生代造構史を詳細に解析することは困難であるが，蒙古地向斜では地向斜内の火山活動が古生代を通じ　各地で繰返された。石炭系は中部に既に陸生植物を産するが，二畳系上半には陸相が著しく発達し，*Palaeonoutella* その

他の淡水貝が広く分布する。すなわち二畳紀中葉には最も著しい古地理変化が起っている。本域内には中下部三畳系は未だ発見されていないが，小興安嶺東方のソ連内では海成の二畳三畳系が整合あるいは非整合に重っている。そして本域北西側のトランスバイカルでは上部三畳系以上の中生層群が褶曲山地を被っているのである。これらの三畳紀中葉に出来上った褶曲山地は日本の秋吉山地に対比すべきものであって，決してヨーロッパ中部のバリスカン山地と対比すべきものではない。中欧山地の形成がほぼ完了してから後に本地域は主要造山期を迎え二畳三畳紀の蒙古花崗岩底盤によって山化を完成したのである。

IV. 補遺　新疆の生層位学的新知識

西天山の青白口系中に東天山・北山・祈連山の震旦系のものと近似の stromatolites が発見された。東天山 Kuruk tagh の南大山組中部には *Metaredlichioides* と共に寒武前期の滄浪舗早期の古杯類が含まれている。その上の莫合爾山(Mêhuershan) 層群上部から *Fuchouia*, *Damesella* などの寒武中期の三葉虫が発見され，その上の突爾沙克塔層群中には3三葉虫帯が識別された。博羅霍洛山では *Shumardops* を含むトレマドックの三葉虫が発見された。

新疆北部では志留紀中後期の4床板珊瑚・日射珊瑚群が識別され，ズンガリアでは *Warburgella*, *Monogratus* と共に泥盆初期の *Encrinurus* を産する。

トルファン盆地の二畳紀植物は主にアンガラフローラで僅かにカタイシア植物を交え，タリム盆地のものはカタイシアフローラに属し，その北縁に至ってアンガラ植物を混じえている。両系統が北緯41～44度間で交錯し，大約42度が両者の境界と認められる。妖魔山の二畳系上部から古鱈類の *Turfania* の新種が発見された。

托穆爾峰 (Tuomuerfeng) の夾炭層はライヤスの銀杏に富み，ズンガリアでは新白亜紀と思われる貝蝦や中生代後期の種々の魚化石が発見された。

タリム盆地西端の喀什で，暁新下部，暁新中部乃至始新下部，始新中部，始新上部および始新上頂部―漸新統の諸層から40種の有孔虫が採集され，浮游性広鹹性有孔虫相と石膏相とが交互し，海成・半海性の変化が著しい。タリムには更に新しい *Pararotalia armata* その他を含む海成中新統がある。ズンガリア盆地南縁では *Psilunio* その他の第三紀陸水貝化石を産出する。

文　献

列挙を省略した多数の関係論文については小林 (1971) 参照

趙金科・陳楚震・梁希洛 (1964)：中国的三畳系，132頁，附表，全国地層全議学術報告彙編．

中国古生物学会第十二届学術年会及第三届全国会員代表大会，1979 (蘇州)，学術論文摘要集：中国古生物学会編印，164頁．

頼才根・江嚺鳳 (1975)：奥陶系 (摘要)，中国地層，23頁，中国地質科学院主編．

韓建修 (1975)：内蒙烏蘭察布盟阿木山地区晩石炭世晩期蜓類，地層古生物論文集，2輯，132-166頁，1-10図版．

項礼文・南潤善・郭振明，李善姫・楊家禄・周国強 (1979)：寒武系 (摘要)，中国地層27頁，中国地質科学院主編．

林宝玉 (1979)：中国的志留系，地質学報，53巻3期，173-191頁．

楊式溥・潘江・侯鴻飛 (1979)：中国的泥盆系，地質学報，53巻3期，193-202頁．

侯鴻飛・項礼文・頼才根・林宝玉 (1979)：天山―興安区古生代地層研究新進展　地層学，3巻3期，175-187頁．

瀋陽地質鉱産研究所 (1980)：東北地区古生物図冊 (一) 古生代分冊，686頁，241図版．

郭胜哲 (1981)：大興安岺中部寒武統古杯類，古生物学報，20巻1期，60-64頁，1-2図版．

汪嚺鳳 (1980)：中国的奥陶系，地質学報，54巻1-2期，1-8, 85-93頁．

楊式溥・侯鴻飛・高联閑・王増吉・祥　和 (1980)：中国的石炭系，地質学報，54巻3期，167-173頁．

李　莉・谷　峰 (1980)：吉林省延辺地区晩石炭世腕足動物，古生物学報，19巻6期，483-492頁，1図版．

KOBAYASHI, T. (1931): Upper Palaeozoic Shells of Soron in the Great Khingan Range. *Japan. Jour. Geol. Geogr.* V. 8.

——(1942): The Akiyoshi Orogenic Cycle in the Mongolian Geosyncline. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, V. 18, no. 6, p. 306-313.

——(1953): The Mountain System on the

Western Side of the Pacific Ocean Classified from the Standpoint of Genesis. *Proc. Seventh Pacific Sci. Congr.* Vol. 2, Auckland and Christchurch, N. Z. 1949, p. 599-261.

——(1971) : The Manmo Group of the Mongolian Geosyncline in Manchuria and Adjacent Areas. *Geology and Mineral Resources of the Far East.* V. 3, 3-69pp. Univ. of Tokyo Press.

Research Group of Brachiopods of the Institute of Geology and Mineral Resources of the Chinese Academy of Geological Sciences and Northeast China Institute of Geology (1977): The Distribution of Permian Brachiopods in China. 15pp. Peking, China.

Section of Regional Stratigraphy, Changchun College of Geology (1977): Middle and Upper Palaeozoic Stratigraphy of the Northern Part of Northeast China with Special Reference to the Permian Fauna and Flora. 16pp. Peking China.

Chinese Academy of Geological Sciences (1979) : Stratigraphy of China (Abstract). Papers submitted to the Second All-China Stratigraphic Congress, 1979. Beijing.

後記　索倫の二畳紀海棲貝化石を記載して以来半世紀の中国東北の満蒙層群探究史を省みると感慨深いものがある。今や秋吉造山（1935, 地質学雑誌42巻, 300頁）による蒙古地向斜の山化はほぼゆるぎない結論となった。東亜には東亜の地史があり，西欧には西欧の地史があるのである。各造山輪廻は個々の山化単元によって決定さるべきものである（日本地方地質誌総論300頁, 1951)。

書評と紹介

九州鉄道管理局編纂：大正3年桜島噴火記事
1914年．復刻版，西村書店，1980年，327P．

大正3年1月12日から始まった桜島の大噴火は，桜島と大隅半島をへだてていた瀬戸海峡を埋積したり，厚い降灰によって多大な被害を与えたり，火山性地震を伴ったりしたことなどによって，よく知られている。膨大な熔岩流の跡や，八分どおり灰に埋まっている鳥居などから，現在でも当時の様相がうかがえる。

この噴火については，1914年の気象要覧臨時増刊号の桜島噴火概況や，1918年の震災予防調査会報告第86号の日本噴火誌上編，および同87号の同下編の中などに報告がなされている。また，大森房吉博士は，震災予防調査会欧文紀要の第8巻の第1号から第6号までにわたって，詳細な報告をしている。これらは，いずれも噴火やそれに関連した地学的諸現象の記載や考察が，おもな内容である。

ここに紹介する表記の出版物は，被害や救護を中心としたもので，次の7章からなる。

第1章　噴火前の桜島（13ページ）
第2章　噴火（54ページ）
第3章　避難（8ページ）
第4章　救護（30ページ）
第5章　被害（36ページ）
第6章　事変と鉄道（147ページ）
第7章　余録（38ページ）

この他に写真72葉，地図2葉が添えられている。ページ数の割振りからも推察されるように，第6章の九州鉄道管理局内で発生した被害とその対策についての記載が中心である。噴火についての第2章は，鹿児島測候所の報告が中心であるなど，他の章は，諸機関からの報告に多くのページがさかれている。したがって，オリジナルな資料としては，火山学的な資料というよりも，火山の噴火という異常事態下におかれた社会での，鉄道会社を中心とした対応の事例についての記載という点で，より高い利用価値がある。

地震をはじめ，災害対策では，ハードな対策とともに，ソフトな対策の重要性が指摘されている現在，過去の事例を示す資料として充分参考に値する。また，添付されている写真は，それぞれ1ページを占め，噴火，地震被害，降灰被害の状況がよく示されている。　（松田磐余）

紙碑

兼子　勝会員の逝去を悼む

本協会元副会長兼子　勝博士は昭和56年9月14日入院先の藤沢市民病院で肺炎のため逝去された。ここに謹んで哀悼の意を表する。

兼子　勝氏は藤沢市の出身で，山形高校を経て昭和3年東京帝国大学地質学科を卒業された。卒業後，北樺太石油株式会社に入社され約10年間オハ油田等の開発に当られた。昭和13年商工省に入省，地質調査所に約25年間に亘って勤務されその間戦時中は陸軍南方燃料廠地質課長に出向，戦後は燃料部長を経て昭和28年から10年余に亘り地質調査所長として在職された。昭和38年退官後は水資源開発公団，日本重化学工業(株)，東日本石油開発(株)等に勤務された。

東京地学協会には昭和31年より昭和40年に亘り副会長として多難な時代の本会の運営に力を注がれた。

兼子　勝氏は民間企業に約10年間の経験を有し，極めて幅広い考え方をもたれ，調査研究に際しては協力者の才能が充分発揮できるよう心掛けられ，また多くの人々から親しまれる素養を身につけておられた方である。また御業績は各方面に亘っているが，石油地質専門家として水溶型ガス鉱床の研究は特筆すべきものと思われる。

本邦ガス田の調査研究は昭和15年頃から永年に亘って行なわれ，とくに水溶型ガス鉱床について重点的に行なわれたが，油田地帯以外にも広く分布することが発見され，また，ガスと付随水の地球化学的考察などを通じての鉱床賦存の予測技術の確立を果された。資源小国のわが国にとって貴重な資源の発見と言えるものである。

戦後地質調査所の再建に当っては，山根，三土先輩を補佐し極めて活溌に行動された。

昭和28年地質調査所長に就任されたが，翌29年地質調査所に対しウラン調査を実施するよう突然要請がだされたのである。当時関係学会ではウラン調査の是非について多くの議論がおこったが，全国的規模で花崗岩地帯および周辺地域に系統的な探査網をかける調査研究事業を展開する決断をされたのである。これらの成果の一つとして，昭

和30年には人形峠鉱床の発見がもたらされ，世界的に重要な堆積型鉱床が日本にも存在するという注目すべきことが実証されたのである。これらの成果をうけ原子燃料公社(現動力炉核燃料事業団)が発足し，またこれらの事業を通じ地質調査所の施設の近代化等が促進された。

地熱については停頓状態にあった研究に力を注ぎ，地質，物理，化学面からの綜合的調査研究を推進され，その実施に当っては日本重化学工業(株)と岩手県松川を実験フィールドとする共同研究にふみ切ったのである。これらを通じわが国最初の地電発電所の成功の科学技術的基礎が作られたのである。

水溶型ガス鉱床という新しいテーマについてのパイオニア的実績をもつ兼子　勝氏は所長として新しい調査研究テーマに対処し，関連する各分野の研究者に対し常に綜合的な良き指導者としての役割りを大いに発揮され多くの成果をもたらしたのである。

戦後しばらくの間地質調査所は国内の業務に限られていたが，兼子所長時代になると次第に海外に目が向けられるようになってきた。まずエカッフエを中心とした国際交流，協力の事業は次第に盛んになり，兼子所長はこのような国際関係の業務には常に積極的に動かれ，関係諸外国の多くの専門家から尊敬信頼される存在となっていたのである。

終りに臨み，謹んで兼子　勝氏の御冥福を祈る次第である。　　　　　　　　　（佐藤光之助）

協会記事

図書委員会（第15回　昭和56年9月1日）

出席者：坂倉理事，平山委員長，岩生，神戸，戸谷，前島各委員

議　事：

前回議事録を一部訂正して承認。東京地学協会における今後の図書蒐集の方針について協議し，"地学関係の著名な古典，珍奇な紀行文を蒐集する"を目標に進む方針を決定した。（本件は9月4日の理事会で承認された）。前回の委員会で討議された単行本の整理につき，さらに具体的に討議が進められた。

理事会（56年度第4回　昭和56年9月4日）

出席者：和達会長，片山，木内両副会長，梅沢，川上，坂倉，佐藤（茂），佐藤（久），西川各理事，
佐藤（恭），矢沢両監事。

議　事：

1. 会計委員に高崎正義会員の就任を承認した。
2. 秩父宮賞授賞候補者に岡山俊雄会員を再び申請することとした。
3. ワイズ博士とマンスハルト博士に銀メダルを贈呈することとし，評議員会の意見を聴くこととした。
4. 第3回評議員会を9月26日講演会終了後開き，ワイズ博士とマンスハルト博士に銀メダルを贈呈することについて意見を聴くこととした。
5. 今後の協会の図書について
　イ．協会の出版物をそろえる。
　ロ．地学関係の古典書をあつめる。
という図書委員会の方針が了承された。
6. 長期会費滞納会員は定款に従って処理することとした。特別な事情ある者については会長と担当理事とで善処することにした。

評議員会（56年度第3回　昭和56年9月26日）

出席者：和達会長，伊藤，片山，川上，木内，坂倉，佐藤（久），諏訪，高崎，西川，西村，堀各評議員　　合計12名

書面による意見の提出者

荒川，池辺，井関，市川，梅沢，河村，神戸，木村（達），木村（敏），五條，小西，佐藤（茂），佐藤（正），戸谷，早川（典），早川（正），肥田，平山，町田，宮久，山内，湯原，吉田各評議員

合計23名

出席評議員総数　　35名

坪井名誉評議員，佐藤，矢沢各監事，外に飯本，石井，小林，三土各名誉評議員より書面にて意見が寄せられた。

議　事：ワイズ博士とマンスハルト博士に銀メダルを贈ることについて

配布された資料により川上理事より理事会における審議の経過及び従来の例について，西川理事より両博士の業績について説明があり，質議応答の後，全員賛成した。

庶務担当理事より意見を提出された23名の評議員のうち22名が賛成，1名が白票の旨報告があった。また参考意見として三土名誉評議員の意見が紹介された。

図書委員会（第16回　昭和56年10月16日）

出席者：坂倉理事，平山委員長，岩生，神戸，戸谷，前島各委員

議　事：処置未済の定期刊行物の処置につき討議，それを決定した。単行本の整理方針にもとづき，その整理に着手した。

編集委員会（56年度第3回　昭和56年11月5日）

出席者：前島委員長，大竹，佐藤，諏訪，鎮西，浜田各委員。

議　事：第91巻1号の編集について審議した。

会員の異動

死亡による退会

谷　　　巌（死亡年月日不詳）
橋本　克己（昭和56年6月30日）

地 学 雑 誌 第90巻 総 目 次

論 説・報 告

短報・資料

書評と紹介

紙碑

口　絵

題　名	執筆者	号
アメリカ合衆国南西部，ベースン・アンド・レンジ地域にみられるアロヨ・カッティングとパイピング	式　正英	1
ノルデンショルド・その他		2
オーストラリアの乾燥地低木林	武内和彦	3
ペルーアンデスの段々畑	佐藤　久	4
台湾北端部，野柳岬の隆起波食台上の茸岩	式　正英	5
ボリビア，La Paz 近郊の土柱	前田四郎	6

Contents of Journal of Geography Vol. 90, 1981

地学雑誌　第846号　昭和56年12月20日印刷
昭和56年12月25日発行
編集兼発行者　前島郁雄
発行所　社団法人 東京地学協会　東京都千代田区二番町12-2
〒102　電話　東京(03)261-0809　振替口座東京0-66278
印刷所　一ツ橋印刷株式会社　東京都品川区上大崎3-12-15